FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Influencia de la interacción suelo - estructura en el análisis y diseño estructural de edificios de concreto armado, Urb. Álamos, Wánchaq, Cusco - 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:
Olivera Delgado, Jael Arturo (ORCID: 0000-0002-0694-1835)

ASESOR:
Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-4926-8556)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a la memoria de mi querida mamá Anita D.L. con mucho amor y cariño.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por su constante aliento y apoyo en los buenos y malos momentos.

A la vida por darme una hermosa hija, que se volvió mi motor, motivo y el mayor aliento para realizar dicha investigación.

A la Universidad Cesar Vallejo, en especial a la Facultad de Ingeniería Civil por brindarme la oportunidad de formarme como profesional.

A todos mis amigos y familiares quienes me apoyaron a realizar este trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN

En la presente tesis de investigación comprende un total de 7 capítulos que considera los problemas, objetivos, hipótesis, marco teórico, desarrollo de la investigación y los resultados correspondientes, en los Anexos, se detallan los Planos de arquitectura, estructuras, Estudio de mecánica de suelos y los cálculos respectivos, desarrolla el estudio comparativo entre el análisis y diseño estructural de un edificio de 6 pisos con y sin la interacción suelo-estructura, teniendo en cuenta la normatividad vigente de diseño sísmico E030-2016, concreto armado E060-2009 del Reglamento Nacional de Edificaciones, Así mismo demostrar que los desplazamientos y derivas se incrementan al considerar la interacción suelo-estructura con respecto a la edificación que no la considera y por otra parte verificar si la demanda de acero incrementa en los elementos estructurales.

La muestra utilizada es una edificación de 6 niveles ubicada en la Urb. Los Álamos del distrito de Wánchaq, provincia y departamento del Cusco, donde según el RNE E030-2016 se encuentra en la zona sísmica 3; por otra parte, se utiliza los resultados del Estudio de Mecánica de suelos correspondiente a la edificación para ser usados en el cálculo de las rigideces de la cimentación según los conceptos publicados por D.D Barkan – O.A. Savinov y para la validación del modelado, análisis, diseño y obtención de resultados de la interacción suelo-estructura con el software ETAB V18.

Los resultados de dicha investigación podrán ser utilizados para futuras investigaciones que consideran la interacción suelo – estructura en la ciudad del Cusco, así mismo nuevos criterios para el análisis y diseño de estructura de concreto armado.

ABSTRACT

In the present research thesis comprises a total of 7 chapters that considers the problems, objectives, hypotheses, theoretical framework, research development and the corresponding results, in the Annexes, the architectural plans, structures, soil mechanics study and the respective calculations are detailed, develops the comparative study between the analysis and structural design of a 6-story building with and without soil-structure interaction, It also demonstrates that the displacements and drifts increase when considering the soil-structure interaction with respect to the building that does not consider it, and on the other hand, it verifies if the steel demand increases in the structural elements.

The sample used is a 6-story building located in Urb. Los Alamos in the district of Wánchaq, province and department of Cusco, where according to the RNE E030-2016 it is located in seismic zone 3; on the other hand, the results of the Soil Mechanics Study corresponding to the building are used to be used in the calculation of the foundation stiffnesses according to the concepts published by D. D Barkan - O.A. Savinov and for the validation of the modeling, analysis, design and obtaining results of the soil-structure interaction with the ETAB V2020 software.

Los resultados de dicha investigación podrán ser utilizados para futuras investigaciones que consideran la interacción suelo – estructura en la ciudad del Cusco, así mismo nuevos criterios para el análisis y diseño de estructura de concreto armado.

The results of this research may be used for future investigations that consider soil-structure interaction in the city of Cusco, as well as new criteria for the analysis and design of reinforced concrete structures.

I. INTRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

Actualmente, la sobrepoblación representa un problema en el Perú, a razón de 890 personas por día (Ipsos 2018). Este fenómeno está generando impacto al medio ambiente, siendo este un recurso limitado, generando la expansión territorial de las ciudades, nuevos asentamientos humanos.

La ciudad del Cusco viene experimentando este fenómeno en los últimos años, generando el crecimiento vertical de las edificaciones en las zonas destinadas para vivienda y así tratar de satisfacer la demanda de vivienda. Lamentablemente una gran parte de dichas construcciones fueron ejecutadas de la mano con la informalidad, sin contar con el asesoramiento o supervisión técnica; Así mismo, los proyectos que si cuentan con las licencias de construcción respectiva y se basan en la norma han evidenciado que con el tiempo estas incrementan uno, dos y hasta tres niveles por encima de lo aprobado ya sea manteniendo en concreto o en estructuras metálicas, amparándose en el trámite de regularización que ofrece las normativas, de esta forma se puede asumir un sobre esfuerzo de cargas a la estructura y la cimentación comprometiendo la integridad de quienes lo utilizan y habitan la edificación.

Según las características geotécnicas que se tiene como referencia de la ciudad del cusco en general, estaríamos situados sobre un material altamente cohesivos, expansivos saturados parcialmente, el cual basándonos en la norma y el tipo de ensayo a utilizar nos daría como únicas opciones la utilización del ensayo de corte directo en sus diferentes variantes, así como el ensayo triaxial, ensayos altamente confiables para el tipo de suelo descrito, dichos ensayos tendrían un costo considerable para su implementación en un laboratorio geotécnico, dificultad por el cual los laboratorios geotécnicos carecen de dichos ensayos y así estarían recurriendo a otros ensayos menos confiables y conllevando a las malas prácticas e interpretación de la norma.

Por otro lado, según la Norma de Diseño Sismorresistente E030-2016, la norma de Concreto Armado E050-2009 del Reglamento Nacional de Edificaciones

no contempla la interacción SUELO-ESTRUCTURA en el análisis y diseño estructural de concreto armado, siendo un tema que cuenta con varias investigaciones en la última década nos permite plasmar algunas teorías e investigaciones tales como el científico D.D. Barkan, el Ing. Gedner Villareal nos recomiendan, de tal modo dicha investigación pueda plantear alternativas, sugerencias y resultados para ser tomados en cuenta para futuros análisis y diseños estructurales de concreto armado.

Otra motivación principal para realizar este proyecto es poder aportar algunos criterios de análisis y diseño estructural relacionados a la interacción suelo-estructura en la Urb. Los Álamos del distrito de Wánchaq, provincia y departamento del Cusco, lugar de muestra escogida estratégicamente por conveniencia con el fin de aportar a futuras edificaciones que vayan a generarse en la zona.

La zona de investigación de dicho proyecto La urbanización los Álamos del distrito de Wánchaq de la ciudad del Cusco colinda directamente con el aeropuerto, de esta forma según los planos geotécnicos publicados por la municipalidad provincial del Cusco se puede observar que la muestra de dicha investigación y el área del aeropuerto son un solo tipo de suelo y de esta forma nos permite generalizar los ensayos para una futura edificación en el área ocupada por el aeropuerto.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

Problema General.

¿Influirá la Interacción Suelo-Estructura en el análisis y diseño estructural de edificios de concreto armado, Urb Álamos, Wánchaq, Cusco.?

Problemas Específicos.

Problema específico N°1

¿Cuál es el análisis y diseño estructural de edificios de concreto armado?.

Problema específico N°2

¿Cuáles son los coeficientes de rigidez del suelo de fundación para la interacción suelo-estructura.?

Problema específico N°3

¿De qué manera Influirá la Interacción Suelo-Estructura en el análisis y diseño estructural de edificios de concreto armado?.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

Justificación.

El presente trabajo de investigación se justifica porque actualmente el reglamento nacional de edificaciones no considera la interacción suelo – estructura en el planteamiento, análisis y diseño estructural de edificios de concreto armado. Por ello existe la necesidad de evaluar la interacción suelo – estructura en la urb. Los Álamos del distrito de Wánchaq, provincia y departamento del Cusco y así tener una alternativa para el análisis estructural de edificios de concreto armado.

Así mismo dichos resultados contribuye a todos los profesionales dedicados a la construcción, diseño y análisis de edificios de concreto armado para considerar los criterios de la interacción suelo – estructura en la edificación.

Originalidad.

El estudio del presente proyecto planteado es original, por el cual se requiere plantear la interacción suelo – estructura para la urb. Los Álamos del distrito de Wánchaq, provincia y departamento del Cusco

Relevancia.

En lo teórico.

Desde el punto de vista teórico, el presente trabajo permitirá utilizar bibliografía nacional e internacional que viene siendo tema de investigación actualmente y de esta manera poder plasmar dichas investigaciones en nuestro ámbito local.

En lo técnico.

Desde el punto de vista técnico, el presente trabajo ayudara a tener un mejor entendimiento de la influencia del suelo sobre una estructura de concreto armado al momento de ser afectada por un sismo.

En lo metodológico.

Desde el punto de vista metodológico, el presente trabajo es importante porque permite proponer un análisis estructural más real con respecto a las metodologías convencionales y los resultaos podrán tomarse como antecedentes para futuras investigaciones relacionadas al tema.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Objetivo General.

Determinar la influencia de la interacción suelo-estructura en el análisis y diseño estructural de edificios de concreto armado, Urb. Álamos, Wánchaq, Cusco.

Objetivos Específicos.

Objetivo específico N°1

Obtener el análisis y diseño estructural de un edificio de concreto armado.

Objetivo específico N°2

Obtener los coeficientes de rigidez del suelo de fundación para la interacción suelo-estructura.

Objetivo específico N°3

Obtener la Influencia de la interacción suelo-estructura en el análisis y diseño estructural de un edificio de concreto armado.

HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

Hipótesis General.

La interacción suelo-estructura influye en el análisis y diseño estructural de edificios de concreto armado, Urb. Álamos, Wánchaq, Cusco.

Hipótesis Específico.

Hipótesis específico N°1

La ISE genera que los desplazamientos (derivas) se incrementan y son sustanciales para generar cambios en las secciones de los elementos estructurales de edificios de concreto armado, Urb. Álamos, Wánchaq, Cusco.

Hipótesis específico N°2

La ISE genera una reducción en la Cortante Basal, así como un incremento en la demanda de acero en los elementos estructurales de edificios de concreto armado, Urb. Álamos, Wánchaq, Cusco.

VARIABLES.

Variable Dependiente.

X1 = EDIFICACION DE CONCRETO ARMADO SIN CONSIDERAR INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA

Variable independiente.

Y1 = EDIFICACION DE CONCRETO ARMADO CONSIDERANDO LA INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
VARIABLE DEPENDIENTE			**TÉCNICAS**
X1 = EDIFICACION DE CONCRETO ARMADO SIN CONSIDERAR INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA	Arquitectura	Planos - Autocad	- Observación
	Parámetros Sísmicos	R.N.E. E030	
	Metrado de Cargas	ETABS 20	**INSTRUMENTOS**
	Modelamiento Estructural	ETABS 20	- EMS
	Desplazamientos - Derivas	Excel - Etabs 20	- Excel
	Periodo de Vibración	ETABS 20	- Etabs 20
	Peso Sísmico	ETABS 20	- Autocad
	Cortante Basal	Excel - Etabs 20	
	Dimensionamiento Estructural	Excel - Etabs 20	**MÉTODO**
	Demanda de Acero Estructural	Excel - Etabs 20	- Descriptiva
VARIABLE INDEPENDIENTE			- Explicativa
	Arquitectura	Planos - Autocad	- Experimental

Y1 = EDIFICACION DE CONCRETO ARMADO CONSIDERANDO LA INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA	Parámetros Sísmicos	R.N.E. E030		
	Metrado de Cargas	ETABS 20		**POBLACIÓN**
	Modelamiento Estructural	ETABS 20		- El suelo homogéneo de la Urb. Álamos del distrito de Wánchaq - Cusco
	EMS	Tipo de suelo, Ys		
	Coeficiente de Rigidez	Excel		
	Modelado de las cimentaciones	Excel - Etabs 20		
	Desplazamientos - Derivas	ETABS 20		
	Periodo de Vibración	ETABS 20		**MUESTRA**
	Peso Sísmico	ETABS 20		- Edificio de concreto armado de 6 niveles, muestreo por conveniencia
	Cortante Basal	Excel - Etabs 20		
	Dimensionamiento Estructural	Excel - Etabs 20		
	Demanda de Acero Estructural	Excel - Etabs 20		

II. MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

AGUILA, (2018) "INFLUENCIA DE CONSIDERAR EL ANÁLISIS DINÁMICO POR INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA SÍSMICA DE EDIFICIOS DE HORMIGÓN ARMADO".

Concluye que los desplazamientos se incrementan en todos los métodos que incorporan modelar el suelo dentro del análisis, alcanzando valores desde 2.32% y hasta 142.78% mayores al de base empotrada.

En el terreno de arcilla el valor de las derivas límite 0.007 es superado en algunos niveles de piso alcanzando porcentajes superiores al de apoyo infinitamente rígido de 9.10% hasta un 63.97% en los modelos de Kausel y Gazetas

En la Cortante Basal donde los edificios de 8 y 12 niveles en todos los métodos se obtienen valores de cortante menores. Para el caso de arena densa la reducción llega a un valor máximo de 13.212 % y 17,202 % ambos utilizando el método de Pais y Kausel.

En los modelos apoyados en arcilla la reducción es mayor. El método de Pais y Kausel alcanza porcentajes de 26.088%, 62.191% y 70.445% para los edificios de 4, 8 y 12 niveles respectivamente.

SOLANO, (2012) "EVALUACIÓN DE DAÑO EN EDIFICIOS CONSIDERANDO LOS EFECTOS DE INTERACCIÓN SUELO – ESTRUCTURA".

Concluye que se puede verificar que cuando se analizan estructuras de empotramiento rígido, la ubicación de daño es más exacta, manifestando menos elementos falsos, también usando la condición empotrada la magnitud de daño fue sobreestimada, dejando los resultados del lado de la seguridad.

ANTECEDENTES LOCAL – NACIONALES

ANGULO, Luis (2017), "Análisis sísmico de un edificio de siete pisos con sótano utilizando interacción suelo-estructura en el distrito de San Juan de Lurigancho".

Angulo, en su trabajo de investigación considera como muestra una edificación de concreto armado de siete niveles y un sótano, suelo intermedio arcilla y arena, el cual analiza el comportamiento estructural por medio del software Etabs de forma convencional como rige la normativa vigente y con la interacción suelo estructura, según sus resultados obtenidos se puede interpretar que la interacción suelo estructura en edificaciones que cuentan con sótano prácticamente no sufren variaciones significativas tanto en los desplazamientos "Derivas" (-9.8%) como en la cortante basal (-11.48%); en ese sentido se puede llegar a la conclusión que la energía sísmica es atraída por el suelo de la cimentación y no genera ningún cambio en el análisis y diseño de la estructura.

VILLARREAL, Genner (2009), "Interacción sísmica suelo-estructura en edificaciones con zapatas aisladas".

El Dr. Villareal "Premio Nacional 2006, 2007, 2008 Asamblea Nacional de Rectores" en su trabajo de investigación considera una edificación de cinco niveles con zapatas aisladas, sistema estructural de pórticos basada en la Norma E.030 (2003), suelo rígido y la interacción suelo estructura a través de la aplicación del modelo dinámico de D.D Barkan-O.A Savinov, donde por medio del software Lira y Sap2000 concluye que el primer periodo de vibración incrementa en un 30.1%, los desplazamientos máximos se incrementan en un 28.3% en el eje X y 24.1% en el eje Y con respecto a la estructura convencional, así mismo la cortante basal disminuye en un 17%; por lo tanto se entiende por medio de los resultados que la interacción suelo estructura influye proporcionalmente a la estructura.

VÁSQUEZ, Walter (2017) "Estudio comparativo del comportamiento estructural de una edificación con y sin disipadores de energía considerando el efecto de la interacción suelo-estructura"

Vásquez, En su proyecto de investigación estudia el actuar de la estructura convencional, la misma estructura con disipadores de energía y la misma estructura con disipadores de energía e interacción suelo estructura con disipadores de estructura utilizando el modelo dinámico de D.D Barkan-O.A Savinov, interpretando sus resultados alcanzados se deduce que los desplazamientos en la estructura que considera la ISE se incrementan con respecto a la estructura convencional en un 235% en el eje X y 159% en la dirección Y; del mismo modo para las estructuras con disipadores, los desplazamientos son menores en un -66.54% con relación a la estructura convencional y -72.32% en relación a la estructura con ISE.
Como segundo resultado, concluye que la cortante basal en la estructura con ISE disminuye en un 17.44% en relación con la estructura convencional, del mismo modo para las estructuras con disipadores, la cortante basal disminuye en 70.05% en relación a la estructura convencional y -72.55% en relación a la estructura con ISE.

BASES TEÓRICAS.

MODELOS DE LA INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA

VILLARREAL, Genner (2009), en su libro “Interacción sísmica suelo estructura en edificaciones con zapatas aisladas” menciona que “Anteriormente se analizaba las estructuras considerando un suelo infinitamente rígido, por lo que se los consideraba empotrados en la base, sin considerar las propiedades elásticas del suelo, es decir, el suelo no es infinitamente rígido, sino que tiene cierto grado de amortiguación y absorbe parte de la energía entregada por el sismo. Esto va a ocasionar que una menor cantidad de energía llegue a la superestructura, por ende, los elementos estructurales soportarán menores fuerzas internas que lo que se obtiene del cálculo común sin ISE”.
Otro resultado que hace mención es el incremento de los desplazamientos en estructuras que admiten la ISE en relación a estructuras convencionales.
Así mismo comparte la Norma Rusa Snip 2.02.05-87 y la teoría del “Modelo Dinámico D.D. Barkan – O.A. Savinov” como fundamentos matemáticos para ensalzar la ISE en el análisis sísmico de una estructura.

MODELO DINAMICO D.D. BARKAN – O.A. SAVINOV

El científico ruso D.D. Barkan en el año 1948 propuso emplear las siguientes formulas:

$$\begin{cases} K_Z = C_Z A \\ K_X = C_X A \\ K_\varphi = C_\varphi I \end{cases} \quad \text{..... (1.0)}$$

Dónde:

Cz, $C\varphi$ - Coeficientes de compresión elástica uniforme y no uniforme.

Cx - Coeficiente de desplazamiento elástico uniforme

A - Área de la base de la cimentación.

I - Momento de inercia de la base de la cimentación, respecto al eje principal, perpendicular al plano de vibración.

Las expresiones que llega el autor para determinar los coeficientes de compresión y desplazamiento de la base en el modelo D.D. Barkan-O.A. Savinov son las siguientes:

$$\begin{cases} C_Z = C_O \left[1 + \frac{2(a+b)}{\triangle.A}\right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \\ C_X = D_O \left[1 + \frac{2(a+b)}{\triangle.A}\right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \\ C_\varphi = C_O \left[1 + \frac{2(a+3b)}{\triangle.A}\right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \end{cases} \quad \text{..... (2.0)}$$

Dónde:

C_O, D_O - coeficientes determinados a través de experimentos realizados para $\rho = \rho_O$

a.b - dimensiones de la cimentación en el plano

Δ - coeficiente empírico, asumido para cálculos prácticos igual a Δ=1m−1.

Para el coeficiente D_O, plantea usar la siguiente expresión

$$D_O = \frac{1-u}{1-0.5u} . C_O \quad ..... (3.0)$$

Para cálculos experimentales se puede usar las siguientes fórmulas:

$$C_O = 1.7 \cdot \frac{E_O}{1-u^2} \cdot 10^{-3} \quad \frac{kg}{cm3} \qquad ..... (4.0)$$

$$D_O = 1.7 \cdot \frac{E_O}{(1-u)(1+0.5u)} \cdot 10^{-3} \quad \frac{kg}{cm3} \qquad ..... (5.0)$$

Dónde:

E_O – módulo de elasticidad, cálculo experimentalmente para presión estática de suelo de 0.1-0.2 kg/cm2.

Así mismo formula los valores del coeficiente C_o cuando ρO=0.2 $kg/cm2$, donde se aplica en función al tipo de suelo, a través de la tabla 01.

Tabla 01: Coeficiente C_o

Tipo de perfil	**Características de la base de fundación**	**Suelo**	$\boldsymbol{C_o}$ $(\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{cm3}})$
S1	Roca o suelos muy rígidos	Arcilla y arena arcillosa dura ($I_L < 0$)	3,0
		Arena compacta ($I_L < 0$)	2,2
		Cascajo, grava, canto rodado, arena densa	2,6
S2	Suelos intermedios	Arcilla y arena arcillosa plástica (0,25 < I_L < 0.5)	2,0
		Arena plástica (0 < I_L < 0.5)	1,6
		Arena polvorosa medio densa y densa (e ≤ 0.80)	1,4
		Arenas de grano fino, mediano y grueso, independientes de su densidad y humedad	1,8
S3		Arcilla y arena arcillosa de baja plasticidad (0,5 < I_L ≤ 0,75)	0,8

	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	Arena plástica (0,5 < I_L $\leq$ 1)	1,0
		Arenas polvorosa, saturada, porosa (*e* > 0,80)	1,2
S4	Condiciones excepcionales	Arcilla y arena arcillosa muy blanda (I_L > 0,75)	0,6
		Arena movediza *L* (Arena movediza *L* (*I* >1)	0,6

Fuente: D.D. Barkan-O.A. Savinov

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La presente investigación es Cuantitativa – Correlacional, dado que dentro del estudio se consideran datos numéricos de los estudios de suelo y de cargas de las edificaciones además de explorar las propiedades físicas y mecánicas de las variables y a su vez correlacionándolas en las combinaciones estadísticas del software de apoyo.

3.1.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

El presente trabajo de investigación, “INFLUENCIA DE LA INTERACCION SUELO - ESTRUCTURA EN EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO, URB. ÁLAMOS, WANCHAQ, CUSCO” es una Investigación DESCRIPTIVA, EXPLICATIVA Y EXPERIMENTAL, porque se basa en la manipulación de variables en condiciones altamente controladas, replicando un fenómeno concreto y observando el grado en que las variables implicadas producen un efecto determinado.

3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACION

Tabla 11: Operacionalización de las variables

VARIABLES	CONCEPTO	CONCEPTO OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	
VARIABLE DEPENDIENTE					
X1 = EDIFICACION DE CONCRETO ARMADO SIN CONSIDERAR INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA	Esta conformada por elementos estructurales como columnas, vigas y losas de concreto armado, con un sitema de diseño sismico aporticado.	La estructura esta analisada y diseñada convencionalmente según el RNE vigente a la fecha, que considera un empotramiento rigido de la base, asi mismo el uso es de vivienda multifamiliar.	Arquitectura	PLANOS - AUTOCAD	
			Parametros Sismicos	R.N.E. E030	
			Metrado de Cargas	ETABS 20	
			Modelamiento Estructural	ETABS 20	
			Desplazamientos - Derivas	Excel - Etabs 20	cm
			Periodo de Vibracion	ETABS 20	seg
			Peso Sismico	ETABS 20	tn
			Cortante Basal	Excel - Etabs 20	tn
			Dimensionamiento Estructural	Excel - Etabs 20	area
			Demanda de Acero Estructural	Excel - Etabs 20	cm2
VARIABLE INDEPENDIENTE					
Y1 = EDIFICACION DE CONCRETO ARMADO CONSIDERANDO LA INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA	Esta conformada por elementos estructurales como columnas, vigas, losas y cimentaciones de concreto armado, con un sitema de diseño sismico aporticado.	Se considera los coeficientes de rigidez del suelo en el analisis y diseño estructural convencional de una edificacion de uso multifamiliar	Arquitectura	PLANOS - AUTOCAD	
			Parametros Sismicos	R.N.E. E030	
			Metrado de Cargas	ETABS 20	
			Modelamiento Estructural	ETABS 20	
			EMS	Tipo de suelo, Ys	
			Coeficiente de Rigidez	Excel	
			Modelado de las cimentaciones	Excel - Etabs 20	
			Desplazamientos - Derivas	ETABS 20	cm
			Periodo de Vibracion	ETABS 20	seg
			Peso Sismico	ETABS 20	tn
			Cortante Basal	Excel - Etabs 20	tn
			Dimensionamiento Estructural	Excel - Etabs 20	area
			Demanda de Acero Estructural	Excel - Etabs 20	cm2

3.3 POBLACION, MUESTRA. MUESTREO, UNIDAD DE ANALISIS

3.3.1 POBLACIÓN

La población de esta investigación son los suelos homogéneos de la urb. Álamos así como la colindancia del área del aeropuerto ubicado en el distrito de Wánchaq, provincia y región del cusco.

3.3.2 MUESTRA.

Para el presente trabajo de tesis se tomaron como muestra el estudio de suelos y una edificaciones existente de 6 niveles de concreto armado conformado por Columnas, Vigas y Losas aligerada, con uso de vivienda multifamiliar.

3.3.3 MUESTREO.

Se utilizo una ficha de observación y registro de las edificaciones existentes en la Urb. Álamos, el cual detalla la cantidad homogénea de edificaciones, el tipo de material de construcción, número de pisos y Uso.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

3.4.1 Técnica.

Para el desarrollo de la investigación se utilizará la técnica de OBSERVACION a través de la recolección de datos por conveniencia.

3.4.2 Instrumentos.

Los instrumentos que se utilizaron para el presente trabajo de investigación son:

- Estudios de Mecánica de suelos.
- Plantilla Excel para el Cálculo del amortiguamiento según fórmulas del Modelo Dinámico D.D. BARKAN – O.A. SAVINOV.
- Planos de la edificación existente (arquitectura, estructuras)
- Software de modelamiento, calculo y diseño estructural ETABS 18.

- Reglamento Nacional de Edificaciones Vigente a la fecha de la presente tesis.

3.5 PROCEDIMIENTOS

La información necesaria para el trabajo de investigación fue recolectada de forma exploratoria por conveniencia con el fin de obtener datos coherentes para generar el planteamiento del problema, hipótesis, objetivos.

IV.RESULTADOS

4.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCION DE LA EDIFICACION

4.1.1 UBICACIÓN

La estructura a analizar corresponde a una vivienda de uso multifamiliar de 6 niveles ubicado en la Calle s/n, Urb. Álamos, distrito de Wánchaq, provincia y departamento del Cusco.

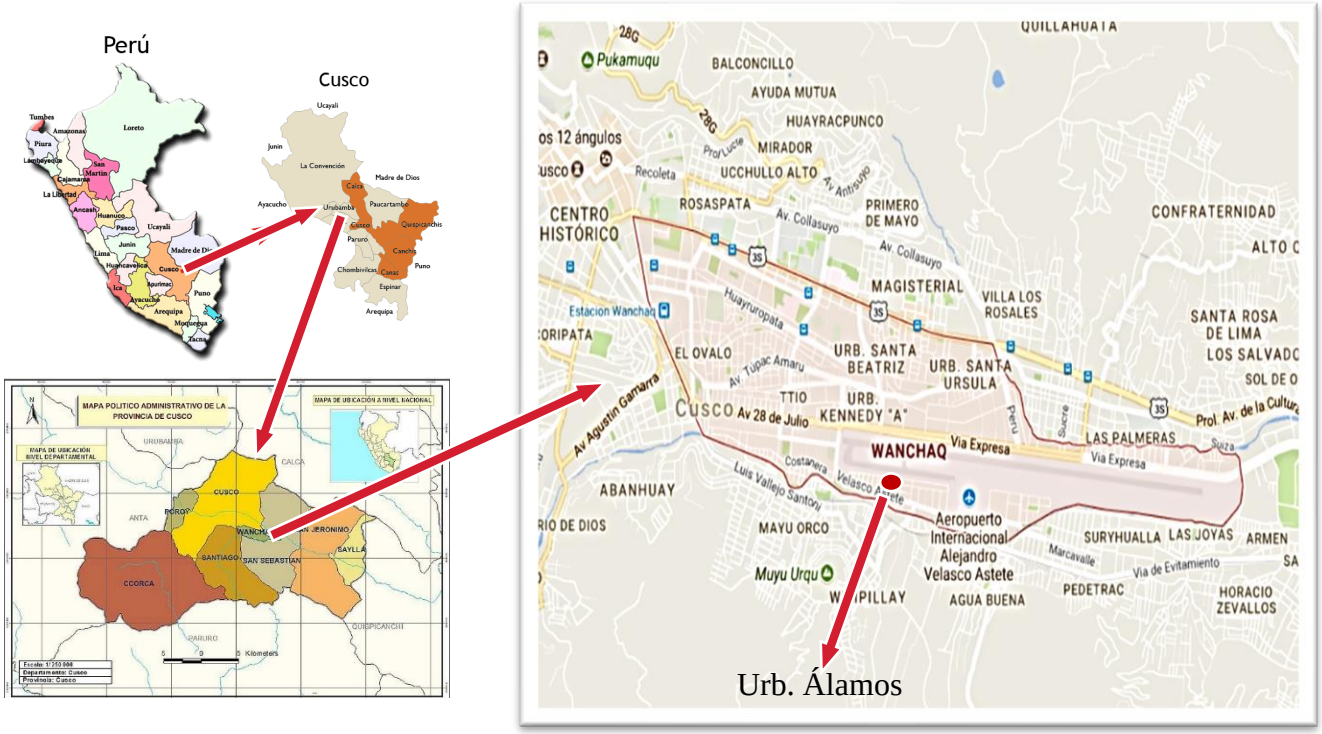


Figura 02: ubicación y localización
Distrito de Wánchaq
Urb. Álamos – Cusco

4.1.2 DESCRIPCION DE LA EDIFICACION

ARQUITECTURA

La edificación en estudio es de uso multifamiliar y está situada sobre un predio con un área de 160 m2 y ocupa un área construida de 81.15 m2 sobre la misma, así mismo cuenta con 6 niveles y terraza con respecto a la calle, el primer nivel está destinado para los estacionamientos así como la circulación de acceso a los demás niveles, los niveles restantes del segundo al sexto se consideran típicos debido a que cuentan con la misma distribución que se detalla a continuación.

Dos habitaciones, sala, comedor, cocina, lavandería, un servicio higiénico completo, caja de escaleras, pozo de luz y ventilación y un volado hacia la calle con 60 centímetros.

ESTRUCTURAS

La edificación está conformada por elementos estructurales correspondientes a un sistema de pórticos tales como columnas, vigas, losas aligeradas, escaleras y cimentaciones.

Todas las comunas cuentan con una sola dimensión de 30x60cm, todas las vigas con una misma dimensión de 25x40cm, las losas aligeradas con un espesor de 20cm, las cimentaciones con una profundidad de desplante de -2.80m y un espesor de 80cm. Con respecto al nivel de piso terminado del primer nivel.

4.2 ANALISIS SIN CONSIDERAR LA INTERACION SUELO-ESTRUCTURA

A continuación se procede a analizar la estructura existente según el procedimiento de Análisis Dinámico modal espectral de la norma vigente E.030 Diseño Sismorresistente, del reglamento nacional de edificaciones y la utilización del software Etabs 18.

- **PARAMETROS SISMICOS**

Los siguientes parámetros mencionados son obtenidos según el contenido de la norma vigente E.030 Diseño sismo resistente.

ZONIFICACION

Se toma el valor de Z=0.25, debido a que la ciudad del Cusco se encuentra en la Zona 2.

CONDICION GEOTECNICA

Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios.

CATEGORIA DE LA EDIFICACION

Se considera la Categoría “C”, así como el valor de U=1.

IRREGULARIDADES

No se considera irregularidades.

Factor La: 1

Factor Lp: 1

➢ DEFINICION DE MATERIALES

Como primera parte del modelamiento de la estructura se procede a definir el Concreto 210 $\mathrm{kg/cm^2}$ de resistencia y sus propiedades como peso específico, módulo de elasticidad, módulo Poisson's y amortiguamiento de 5%, ver imagen 03.

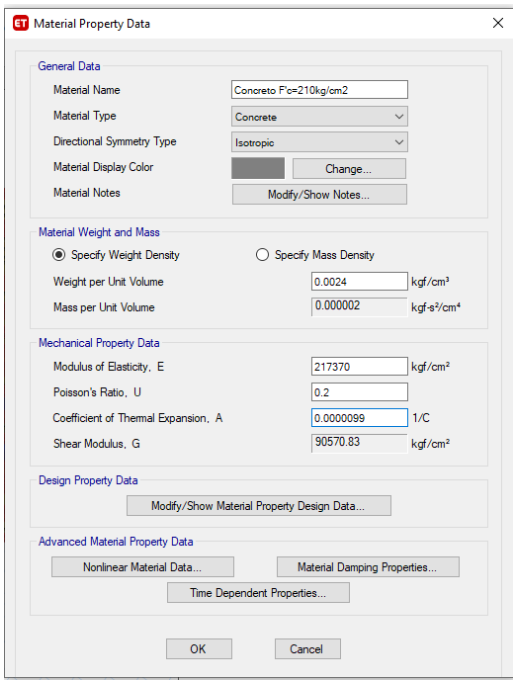


Imagen 03: Definición del Concreto.

Luego se define el acero grado 60 F'y=4200 $\mathrm{kg/cm^2}$ de fluencia y sus propiedades peso específico y módulo de elasticidad, ver imagen 04.

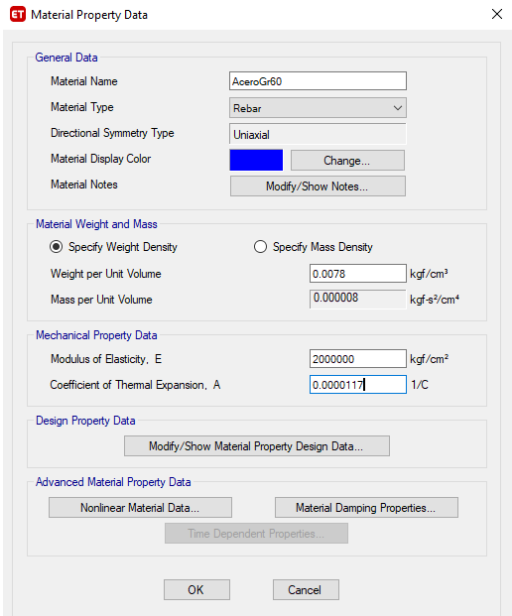


Imagen 04: Definición del Acero.

➢ SECCIONES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTRUALES

COLUMNAS

Seguidamente se define la sección de la columna y el material a utilizar en dicho elemento, ver imagen 05.

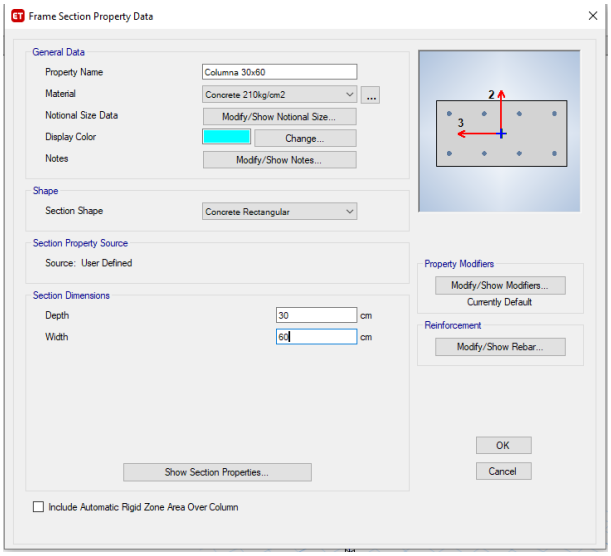


Imagen 05: Definición de las columnas.

VIGAS Y VIGUETAS

De la misma forma que las columnas se define las secciones de vigas, viguetas y el material a utilizar, ver imágenes 05 y 06.

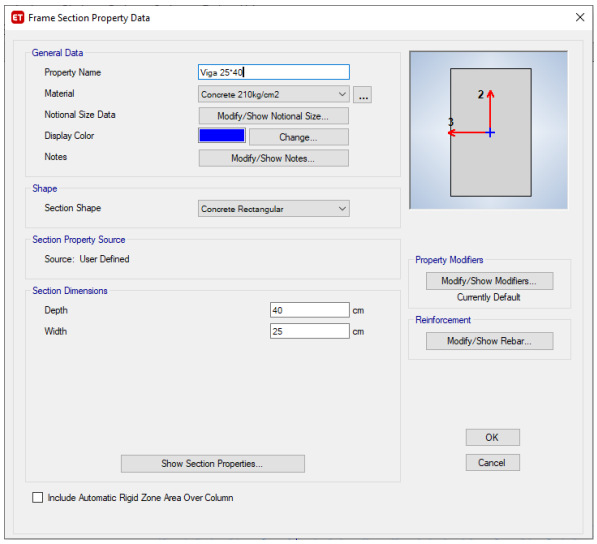


Imagen 05: Definición de Vigas

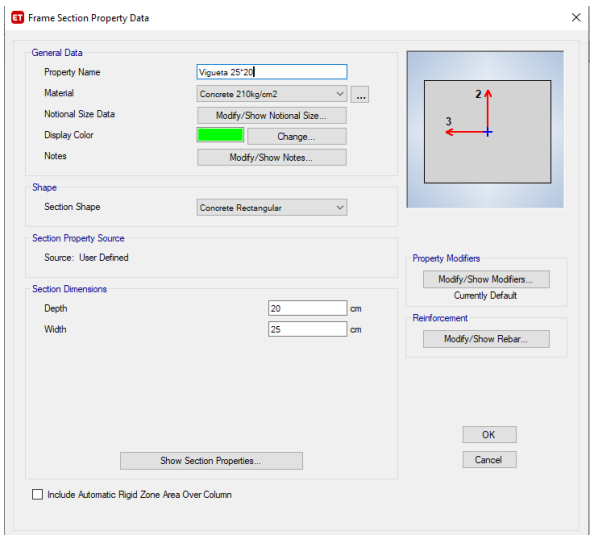


Imagen 06: Definición de Viguetas

LOSA ALIGERADA

Así mismo definimos las dimensiones, forma y material de la losa aligerada, ver imagen 07.

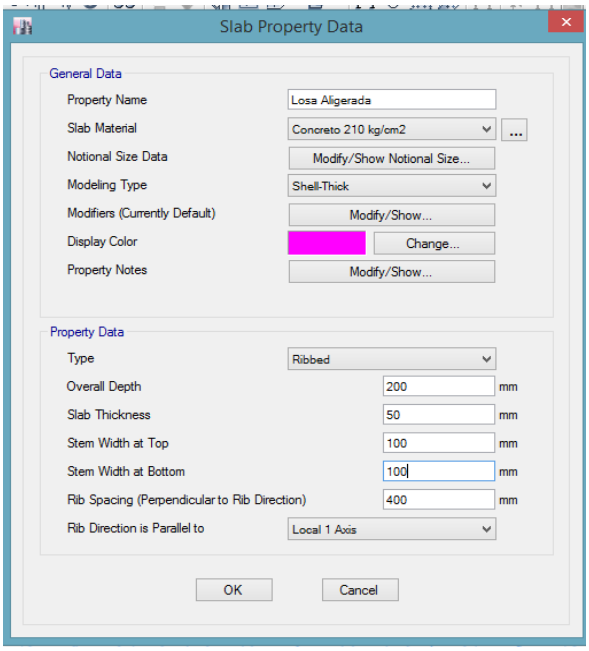


Imagen 07: Definición de losa aligerada.

ESCALERAS

Se define la losa solida de la escalera, ver imagen 08.

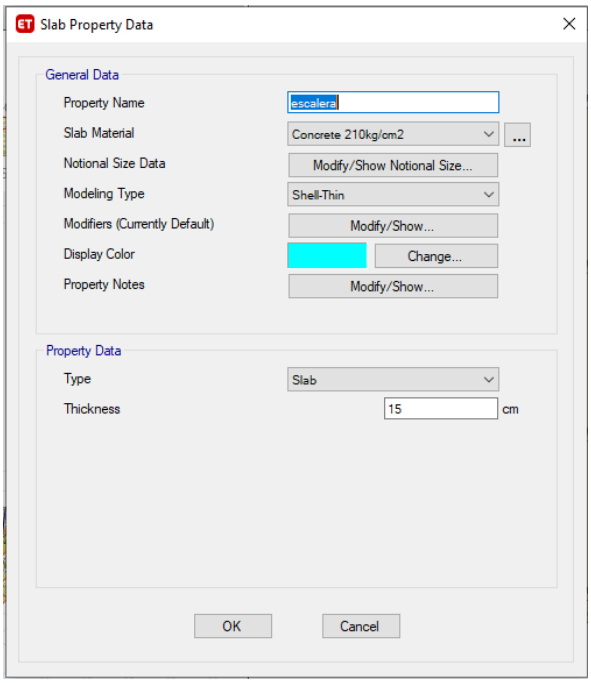


Imagen 08: Definición de la escalera.

- **MODELAMIENTO DE LA EDIFICACION**

Como segundo paso se procede al modelado de la estructura utilizando como guía los planos de arquitectura y estructuras, para el modelado se utiliza las herramientas de dibujo que proporciona el software, ver imagen 9.

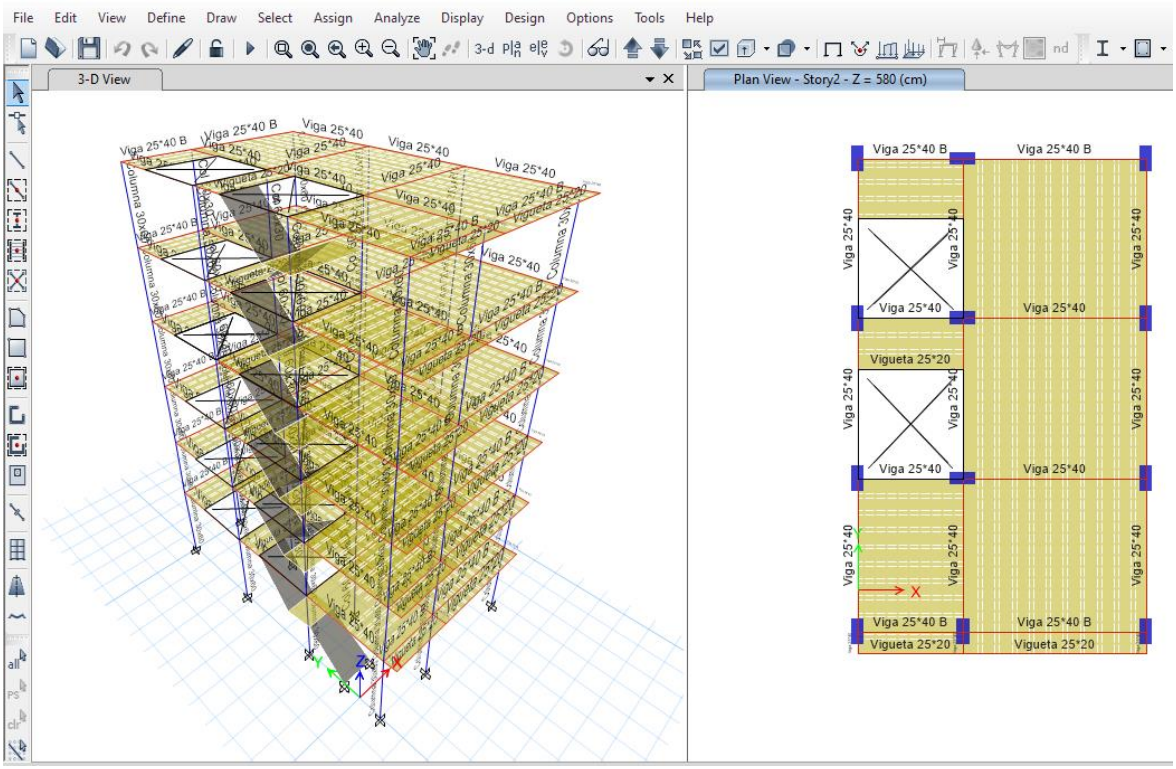


Imagen 09:

- **EMPOTRAMIENTO RIGIDO DE LA BASE**

según el análisis dinámico modal espectral que rige la norma E.030 menciona que se debe analizar la estructura con la base empotrada, donde no se permita desplazamientos traslacionales y rotacional en la base, en la imagen 10 se aplica dicha restricción.

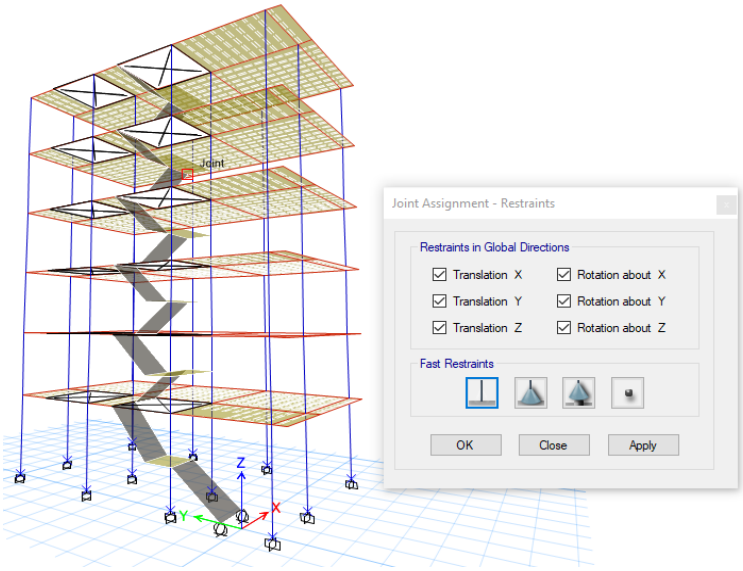


Imagen 10: Empotramiento rígido de la base

- **DEFINICIONES DINAMICAS**

ESPECTRO PSEUDOACELERACIONES

Se define el Espectro Sísmico a utilizar en el análisis de la estructura, según los parámetros sísmicos mencionados líneas arriba, ver imagen 11.

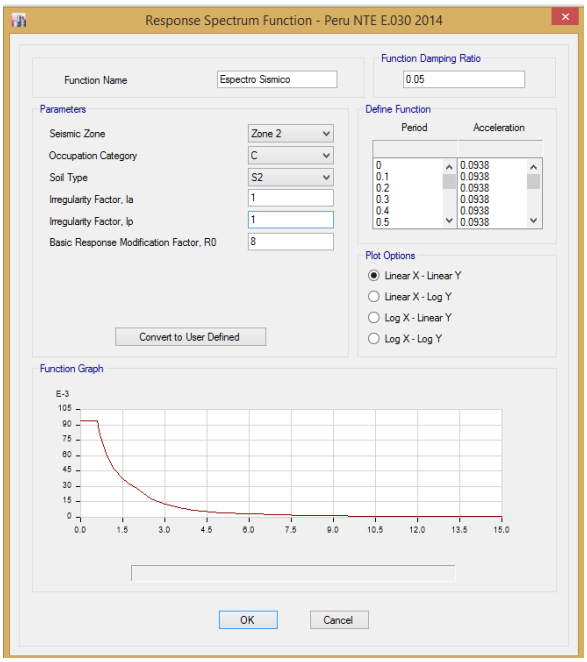


Imagen 11: Espectro Sísmico según Etabs 18.

CASOS SISMICOS

Se define los casos sísmicos a utilizar en el análisis de la estructura en las direcciones X , Y, ver imagen 12.

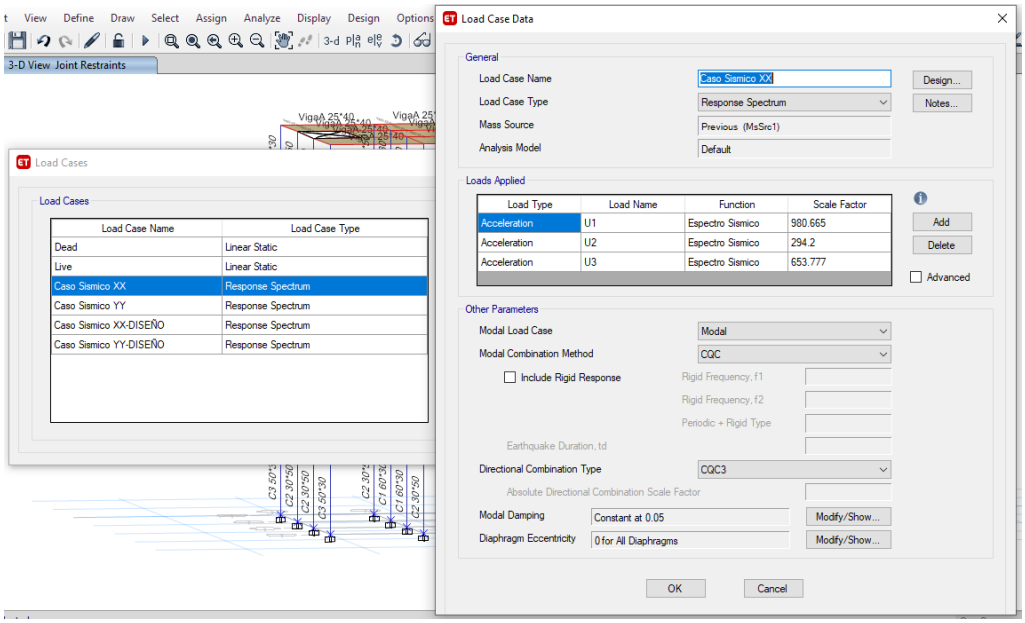


Imagen 12: Definición de casos sísmicos en las direcciones X, Y.

MODOS DE VIBRACION

Se considera 3 modos de vibración por nivel, con un total de 18 modos de vibración a considerar en el análisis de la estructura, ver imagen 13.

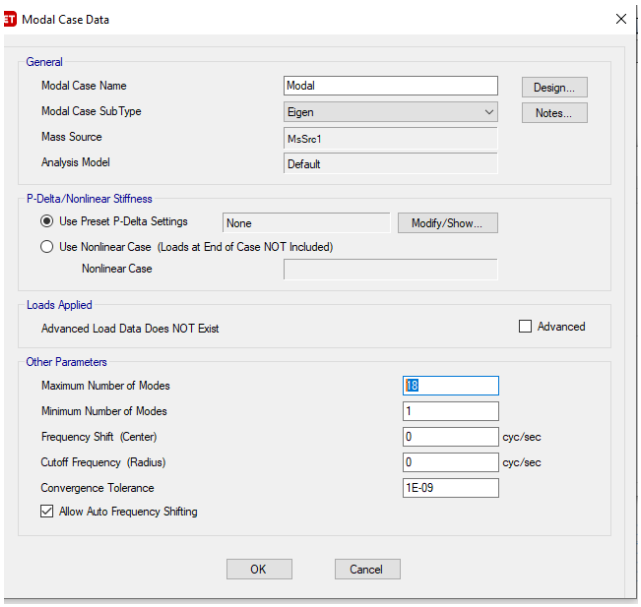


Imagen 13: Modos de Vibración.

➢ CARGAS Y COMBINACIONES

Para obtener la carga ultima de diseño se utiliza las combinaciones de carga establecidas en la Norma E.060 concreto Armado, ver imágenes 14, 15, 16, 17 y 18.

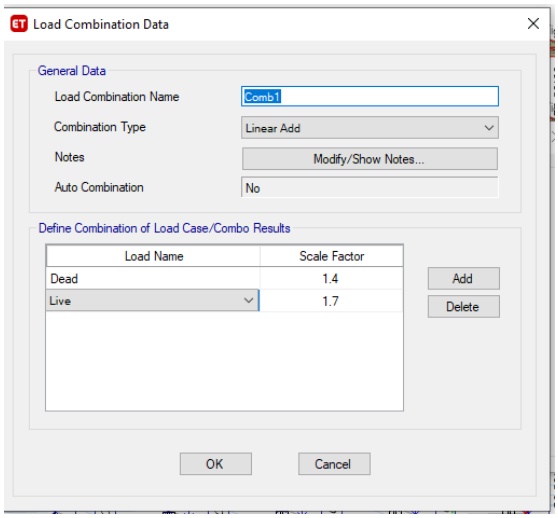


Imagen 14: Combinación 01.

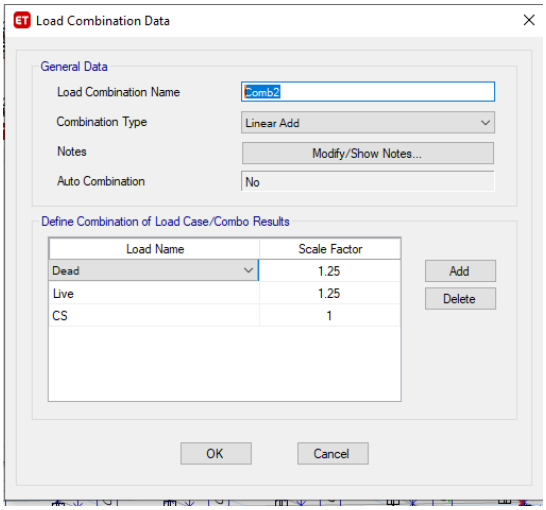


Imagen 15: Combinación 02.

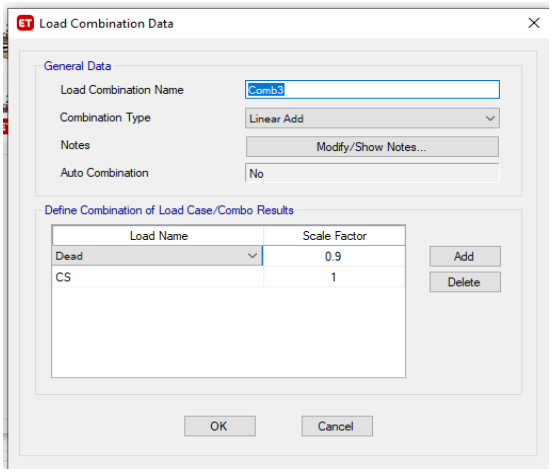


Imagen 16: Combinación 03.

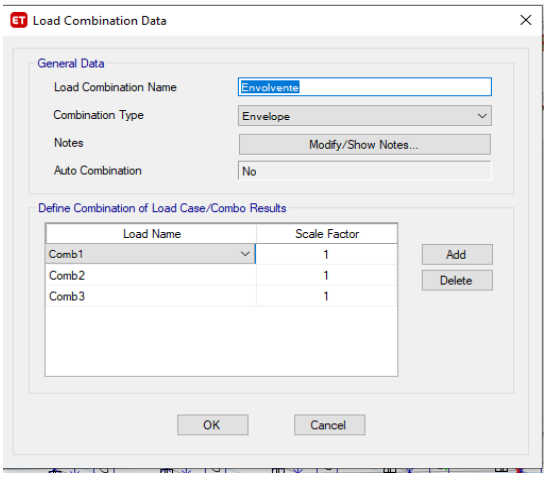
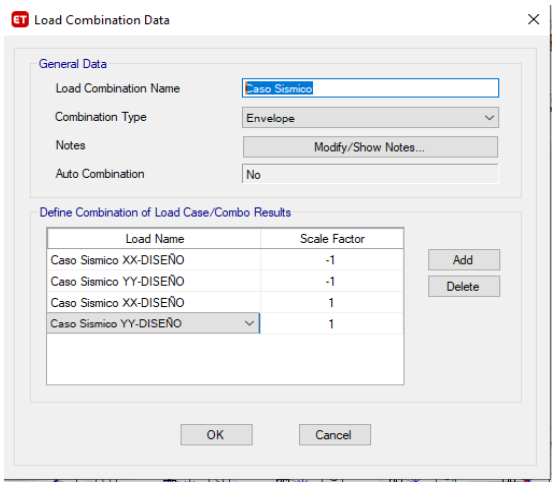


Imagen 17: Envolvente..



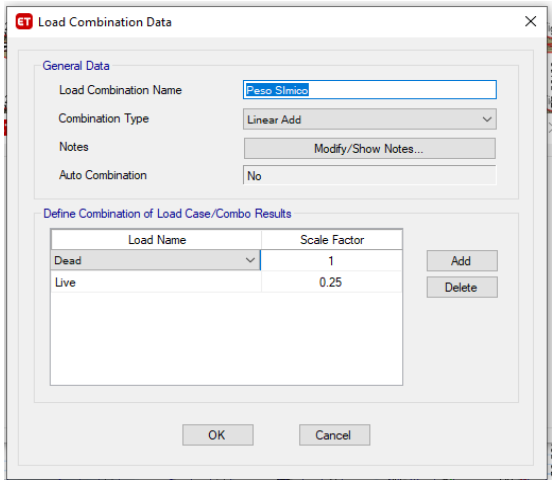


Imagen 18: Combinación de Sismo. Imagen 19: Definición de Peso Sísmico.

➢ ASIGNACION DE CARGAS

CARGA MUERTA

Se asigna las cargas uniformemente distribuida sobre las losas según la norma E.020 Cargas, ver imagen 20.

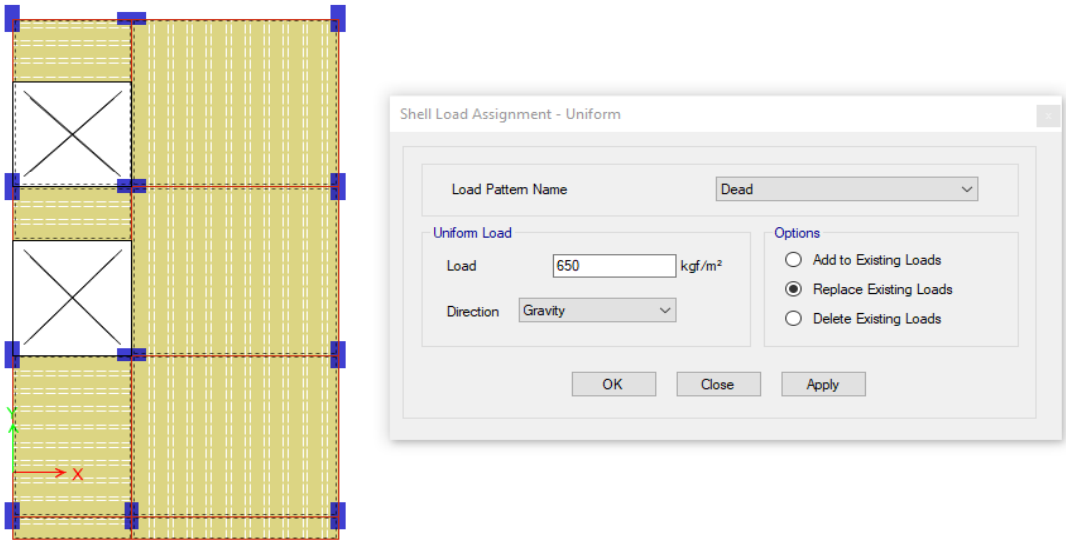


Imagen 20: Asignación de carga viva.

CARGA VIVA

Se asigna la carga viva uniformemente distribuida en el área sobre las losas según la norma E.020 Cargas, uso de Vivienda Multifamiliar considerar 200 $\mathrm{kg/cm^2}$, ver imagen 21.

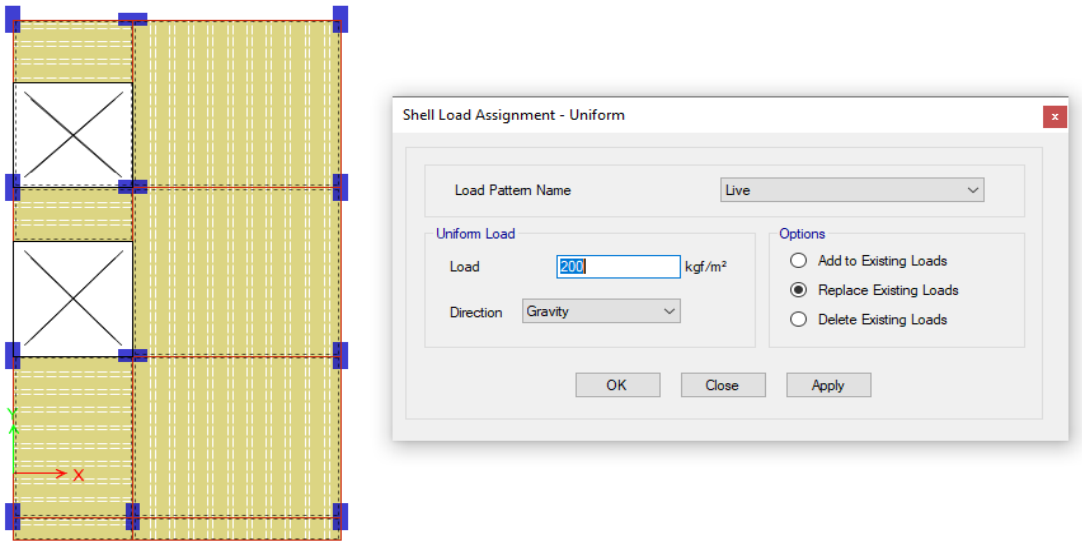


Imagen 21: Asignación de Carga viva.

- **REVISION DE DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS**

DESPLAZAMIENTOS

Después del modelamiento y análisis estático de la estructura en el programa Etabs, podemos obtener mediante la imagen 22 los desplazamientos máximos de entre piso de toda la edificación en las direcciones de análisis X, Y, donde:

Desplazamiento en X: 1.15 cm

Desplazamiento en Y: 0.85 cm

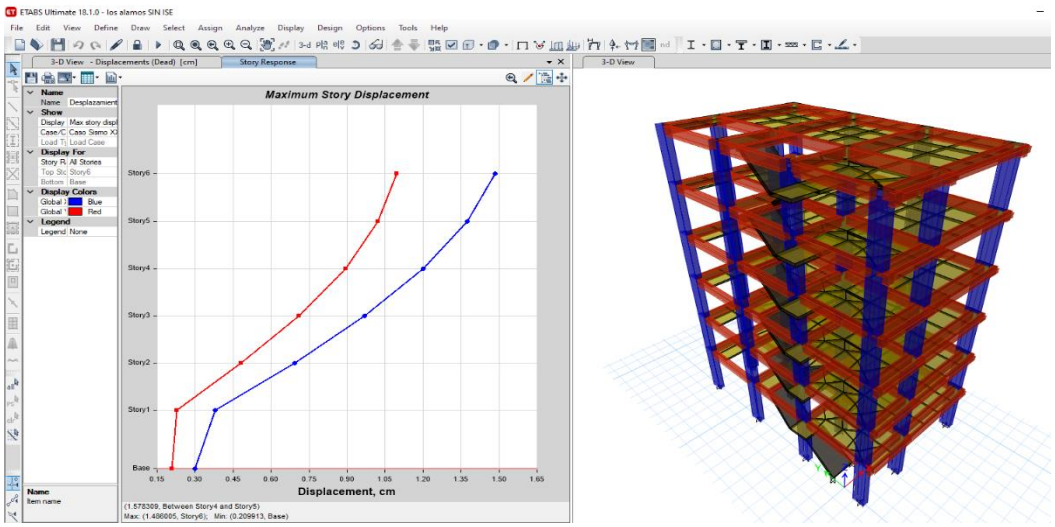


Imagen 22: Desplazamiento máximo por piso.

DERIVAS

Teniendo en cuenta la norma E.030, para elementos de concreto armado la distorsión máxima será de 0.007, se pudo obtener mediante la siguiente tabla n°03 los desplazamientos por nodo de cada entre piso en toda la edificación en las direcciones de análisis X, Y, donde:

Tabla 12: Chuequeo de derivas por piso.

CHEQUEO DE DERIVAS								
Story	Label	Disp X cm	Disp Y cm	Drift X	Drift Y	< 0.007 Deriva X	< 0.007 Deriva Y	Observación
Story6	3	**1.1296**	**0.8509**	0.000332	0.000224	0.0020	0.0013	Ok!!!
Story6	4	**0.8304**	**0.6453**	0.000272	0.000162	0.0016	0.0010	Ok!!!
Story6	5	**0.8303**	**0.8508**	0.000271	0.000224	0.0016	0.0013	Ok!!!
Story6	6	**0.8303**	**0.6999**	0.000272	0.000182	0.0016	0.0011	Ok!!!
Story6	7	**0.8845**	**0.6451**	0.000285	0.000161	0.0017	0.0010	Ok!!!
Story6	8	**0.8841**	**0.8507**	0.000284	0.000223	0.0017	0.0013	Ok!!!
Story6	9	**0.8843**	**0.6998**	0.000284	0.000181	0.0017	0.0011	Ok!!!
Story6	10	**0.9913**	**0.6455**	0.000306	0.000163	0.0018	0.0010	Ok!!!
Story6	11	**0.9911**	**0.8507**	0.000305	0.000224	0.0018	0.0013	Ok!!!
Story6	12	**0.9912**	**0.6997**	0.000305	0.000181	0.0018	0.0011	Ok!!!
Story6	35	**1.1296**	**0.6998**	0.000332	0.000181	0.0020	0.0011	Ok!!!
Story6	36	**1.1296**	**0.6457**	0.000332	0.000164	0.0020	0.0010	Ok!!!
Story6	39	**1.1519**	**0.8509**	0.000337	0.000224	0.0020	0.0013	Ok!!!
Story6	42	**1.1519**	**0.6457**	0.000336	0.000164	0.0020	0.0010	Ok!!!
Story5	3	**1.0451**	**0.7942**	0.000518	0.000389	0.0031	0.0023	Ok!!!
Story5	4	**0.761**	**0.6043**	0.000409	0.000282	0.0025	0.0017	Ok!!!
Story5	5	**0.761**	**0.7942**	0.000409	0.000389	0.0025	0.0023	Ok!!!
Story5	6	**0.761**	**0.6539**	0.000409	0.000312	0.0025	0.0019	Ok!!!
Story5	7	**0.8116**	**0.6043**	0.000424	0.000282	0.0025	0.0017	Ok!!!
Story5	8	**0.8116**	**0.7942**	0.000424	0.000389	0.0025	0.0023	Ok!!!
Story5	9	**0.8116**	**0.6539**	0.000424	0.000312	0.0025	0.0019	Ok!!!
Story5	10	**0.9133**	**0.6043**	0.000463	0.000282	0.0028	0.0017	Ok!!!
Story5	11	**0.9133**	**0.7942**	0.000463	0.000389	0.0028	0.0023	Ok!!!
Story5	12	**0.9133**	**0.6539**	0.000463	0.000312	0.0028	0.0019	Ok!!!
Story5	35	**1.0453**	**0.6541**	0.000518	0.000312	0.0031	0.0019	Ok!!!
Story5	36	**1.0453**	**0.6044**	0.000518	0.000281	0.0031	0.0017	Ok!!!
Story5	42	**1.0665**	**0.6044**	0.000527	0.000281	0.0032	0.0017	Ok!!!
Story4	3	**0.9133**	**0.6949**	0.000685	0.000555	0.0041	0.0033	Ok!!!
Story4	4	**0.6563**	**0.5325**	0.000532	0.000401	0.0032	0.0024	Ok!!!
Story4	5	**0.6563**	**0.6949**	0.000532	0.000555	0.0032	0.0033	Ok!!!
Story4	6	**0.6563**	**0.5743**	0.000532	0.000444	0.0032	0.0027	Ok!!!
Story4	7	**0.7033**	**0.5325**	0.000549	0.000401	0.0033	0.0024	Ok!!!

Story4	8	**0.7033**	**0.6949**	0.000549	0.000555	**0.0033**	**0.0033**	**Ok!!!**
Story4	9	**0.7033**	**0.5743**	0.000549	0.000444	**0.0033**	**0.0027**	**Ok!!!**
Story4	10	**0.7952**	**0.5325**	0.000605	0.000401	**0.0036**	**0.0024**	**Ok!!!**
Story4	11	**0.7952**	**0.6949**	0.000605	0.000555	**0.0036**	**0.0033**	**Ok!!!**
Story4	12	**0.7952**	**0.5743**	0.000605	0.000444	**0.0036**	**0.0027**	**Ok!!!**
Story4	35	**0.9134**	**0.5745**	0.000685	0.000444	**0.0041**	**0.0027**	**Ok!!!**
Story4	36	**0.9133**	**0.5326**	0.000685	0.000401	**0.0041**	**0.0024**	**Ok!!!**
Story4	42	**0.9323**	**0.5326**	0.000699	0.000401	**0.0042**	**0.0024**	**Ok!!!**
Story3	3	**0.7375**	**0.5521**	0.00081	0.000685	**0.0049**	**0.0041**	**Ok!!!**
Story3	4	**0.5197**	**0.4295**	0.000619	0.000498	**0.0037**	**0.0030**	**Ok!!!**
Story3	5	**0.5197**	**0.5521**	0.000619	0.000685	**0.0037**	**0.0041**	**Ok!!!**
Story3	6	**0.5197**	**0.4602**	0.000619	0.00055	**0.0037**	**0.0033**	**Ok!!!**
Story3	7	**0.5624**	**0.4295**	0.000638	0.000498	**0.0038**	**0.0030**	**Ok!!!**
Story3	8	**0.5624**	**0.5521**	0.000638	0.000685	**0.0038**	**0.0041**	**Ok!!!**
Story3	9	**0.5624**	**0.4602**	0.000638	0.00055	**0.0038**	**0.0033**	**Ok!!!**
Story3	10	**0.64**	**0.4295**	0.000708	0.000498	**0.0042**	**0.0030**	**Ok!!!**
Story3	11	**0.64**	**0.5521**	0.000708	0.000685	**0.0042**	**0.0041**	**Ok!!!**
Story3	12	**0.64**	**0.4602**	0.000708	0.00055	**0.0042**	**0.0033**	**Ok!!!**
Story3	35	**0.7377**	**0.4603**	0.000811	0.00055	**0.0049**	**0.0033**	**Ok!!!**
Story3	36	**0.7377**	**0.4296**	0.000811	0.000498	**0.0049**	**0.0030**	**Ok!!!**
Story3	42	**0.7532**	**0.4296**	0.000828	0.000498	**0.0050**	**0.0030**	**Ok!!!**
Story2	3	**0.5285**	**0.3747**	0.000922	0.000754	**0.0055**	**0.0045**	**Ok!!!**
Story2	4	**0.3599**	**0.3006**	0.000666	0.000574	**0.0040**	**0.0034**	**Ok!!!**
Story2	5	**0.3599**	**0.3747**	0.000666	0.000754	**0.0040**	**0.0045**	**Ok!!!**
Story2	6	**0.3599**	**0.3178**	0.000666	0.000621	**0.0040**	**0.0037**	**Ok!!!**
Story2	7	**0.3975**	**0.3006**	0.000706	0.000574	**0.0042**	**0.0034**	**Ok!!!**
Story2	8	**0.3975**	**0.3747**	0.000706	0.000754	**0.0042**	**0.0045**	**Ok!!!**
Story2	9	**0.3975**	**0.3178**	0.000706	0.000621	**0.0042**	**0.0037**	**Ok!!!**
Story2	10	**0.4571**	**0.3006**	0.000798	0.000574	**0.0048**	**0.0034**	**Ok!!!**
Story2	11	**0.4571**	**0.3747**	0.000798	0.000754	**0.0048**	**0.0045**	**Ok!!!**
Story2	12	**0.4571**	**0.3178**	0.000798	0.000621	**0.0048**	**0.0037**	**Ok!!!**
Story2	35	**0.5285**	**0.318**	0.000922	0.000624	**0.0055**	**0.0037**	**Ok!!!**
Story2	36	**0.5285**	**0.3006**	0.000922	0.000579	**0.0055**	**0.0035**	**Ok!!!**
Story2	42	**0.5397**	**0.3006**	0.000942	0.000579	**0.0057**	**0.0035**	**Ok!!!**
Story1	3	**0.2895**	**0.1789**	0.000905	0.000559	**0.0054**	**0.0034**	**Ok!!!**
Story1	4	**0.1876**	**0.1516**	0.000586	0.000474	**0.0035**	**0.0028**	**Ok!!!**
Story1	5	**0.1876**	**0.1789**	0.000586	0.000559	**0.0035**	**0.0034**	**Ok!!!**
Story1	6	**0.1876**	**0.1566**	0.000586	0.000489	**0.0035**	**0.0029**	**Ok!!!**
Story1	7	**0.2144**	**0.1516**	0.00067	0.000474	**0.0040**	**0.0028**	**Ok!!!**
Story1	8	**0.2144**	**0.1789**	0.00067	0.000559	**0.0040**	**0.0034**	**Ok!!!**
Story1	9	**0.2144**	**0.1566**	0.00067	0.000489	**0.0040**	**0.0029**	**Ok!!!**
Story1	10	**0.2499**	**0.1516**	0.000781	0.000474	**0.0047**	**0.0028**	**Ok!!!**
Story1	11	**0.2499**	**0.1789**	0.000781	0.000559	**0.0047**	**0.0034**	**Ok!!!**
Story1	12	**0.2499**	**0.1566**	0.000781	0.000489	**0.0047**	**0.0029**	**Ok!!!**

Story1	35	**0.2895**	**0.1559**	0.000905	0.000487	**0.0054**	**0.0029**	**Ok!!!**
Story1	36	**0.2894**	**0.1503**	0.000904	0.00047	**0.0054**	**0.0028**	**Ok!!!**

- **PERIODOS DE VIBRACION**

En la siguiente tabla n°04 se muestra los periodos de vibraciones la estructura considerando de los 3 primeros modos.

Tabla 13: Periodos de Vibración.

Case	Mode	T (s)	dirección
Modal	1	0.638	traslacional X
Modal	2	0.571	traslacional Y
Modal	3	0.498	rotacional

- **CORTANTE BASAL**

Según la norma E.30 para edificaciones menciona en el artículo 4.6.4 Fuerza Cortante minina que para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso de la edificación no podrá ser menor del 80% del valor calculado según el artículo 4.5 para estructuras regulares.

Tabla 14: Calculo de la cortante basal y los factores rescaladores.

CALCULO DE LA CORTANTE BASAL			
PESO SISMICO	440.98	Tonf	--> Viene de Etabs.

VbasalEstatico			
Z =	0.250		
U =	1.000		
C =	2.353		
S =	1.200		
Tp =	0.600		
TL =	2.000		
R =	8.000		
T =	0.638	seg	--> Viene de Etabs.

VbasalEstatico	38.910
Ambas Direcciones	XX- YY
VBEst XX * 80%	31.13
VBEst YY * 80%	31.13

$T < T_P \quad C = 2{,}5$

* **Valor de C =** **No hay valor para C**

$T_P < T < T_L \quad C = 2{,}5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$

* **Valor de C =** **2.353**

$T > T_L \quad C = 2{,}5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$

* **Valor de C =** **No hay valor para C**

VbasalDinamico			
CasoSismicoXX	27.05	tnf	--> Viene de Etabs.
CasoSismicoYY	27.00	tnf	--> Viene de Etabs.

Factor a ReEscalar	
CasoSismicoXX	**1.15**
CasoSismicoYY	**1.15**

➢ RE-ESCALADO DE CASOS SISMICOS

A continuación se procede a re-escalar los casos sísmicos en ambas direcciones con los valores obtenidos en el cálculo de la cortante basal para el cálculo y diseño de la demanda de acero en los elementos estructurales. Ver imágenes 23 y 24.

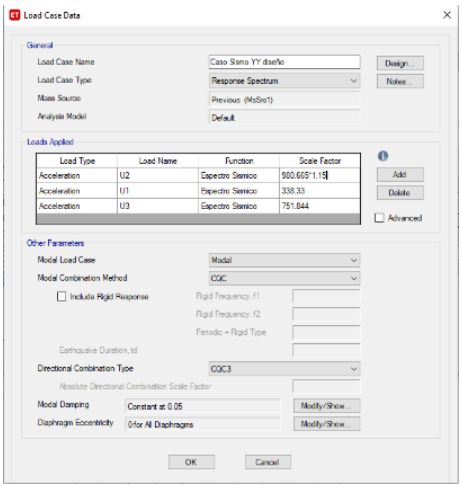


Imagen 23: Re escalado dirección X

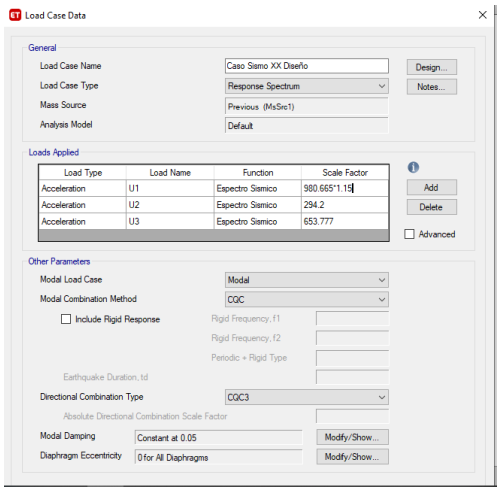


Imagen 24: Re escalado dirección X

➢ DISEÑO Y DEMANDA DE ACERO ESTRUCTURAL

Para la obtención de la demanda de acero en los elementos estructurales se procede a correr el análisis y el diseño. Ver imagen 25.

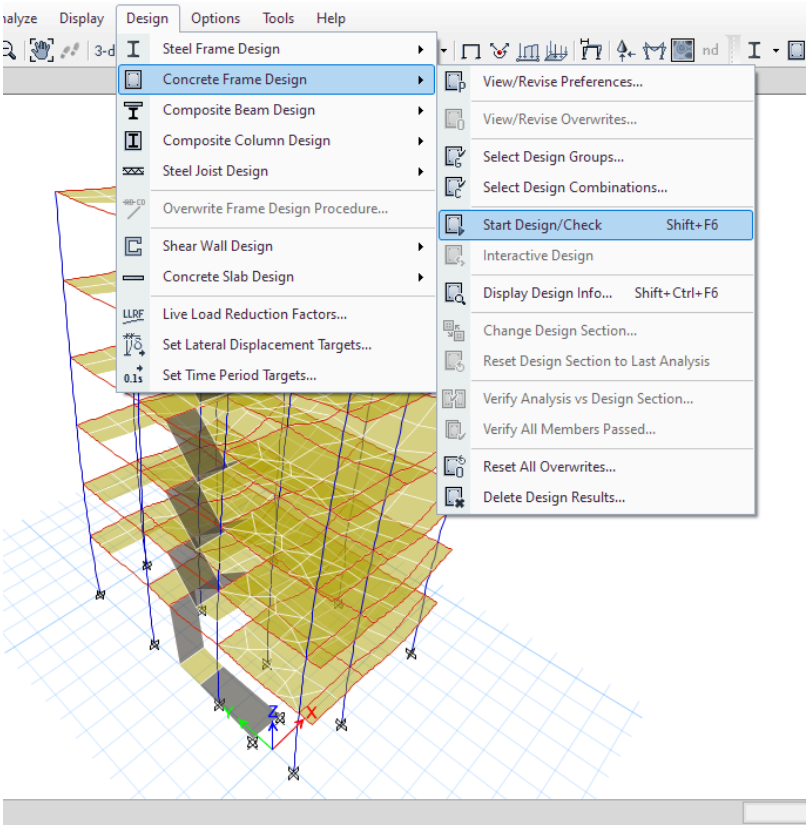


Imagen 25: Determinación de demanda de acero.

En la Imagen 26 se puede observar la demanda de acero de las vigas y viguetas correspondiente al primer nivel (Nivel con los mayores valores de demanda de acero) expresada en cm^2.

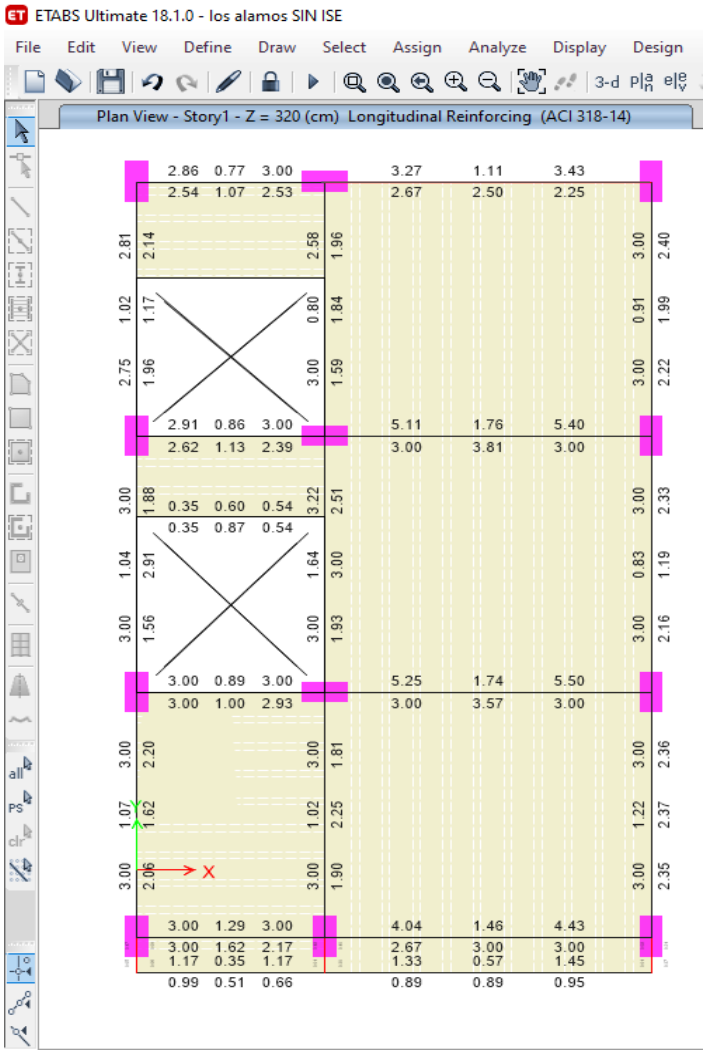


Imagen 26: Demanda de acero en Vigas

4.3 ANALISIS CONSIDERANDO LA INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA.

A continuación se procede a analizar la estructura existente de la misma forma que el capítulo 4.1.3, utilizando el mismo procedimiento de Análisis Dinámico modal espectral de la norma vigente E.030 Diseño Sismorresistente del reglamento nacional de edificaciones y la utilización del software Etabs 18, con la diferencia en que en este capítulo los empotramiento no se consideran rígidos, en ese sentido se procede a modelar y analizar la estructura considerando los factores de rigidez del suelo y la cimentación existente.

➢ FACTOR DE RIGIDEZ DEL SUELO

Utilizando las fórmulas del modelo dinámico D.D BARKAN-O.A. SAVINOV, la cimentación de la estructura, los planos de cimentación y el Estudio de Mecánica de Suelo, se procede a determinar los factores de rigidez del suelo utilizando el programa Excel como apoyo.

Tabla 15: Factores de Rigidez del suelo.

RESUMEN MODELO DE BARKAN

ZAPATA		Kx = Cx*A	Ky = Cy*A	Kz = Cz*A	KΨx = CΨ*Ix	KΨy = CΨ*Iy	KΨz = CΨ*Iz
Z-1 Centrales	1.9x1.9	48747.76	48747.76	59193.71	29880.28	29880.28	0.00
Z-2 Laterales A	1.75x1.15	33973.40	33973.40	41253.42	7223.43	19961.50	0.00
Z-3 Laterales B	2.2x1.45	45616.77	45616.77	55391.79	15071.13	41083.39	0.00
Z-4 Esquinas A	1.25x1.25	28537.66	28537.66	34652.87	7949.88	7949.88	0.00
Z-5 Esquinas B	1.5x1.5	35875.92	35875.92	43563.61	14108.67	14108.67	0.00

➢ MODELAMIENTO DE LA EDIFICACION

Utilizando el mismo modelamiento anterior, se procede a modelar la cimentación existente según los planos de cimentación así como la aplicación de los valores de rigidez del suelo obtenidos en la tabla 10. Ver imagen 27.

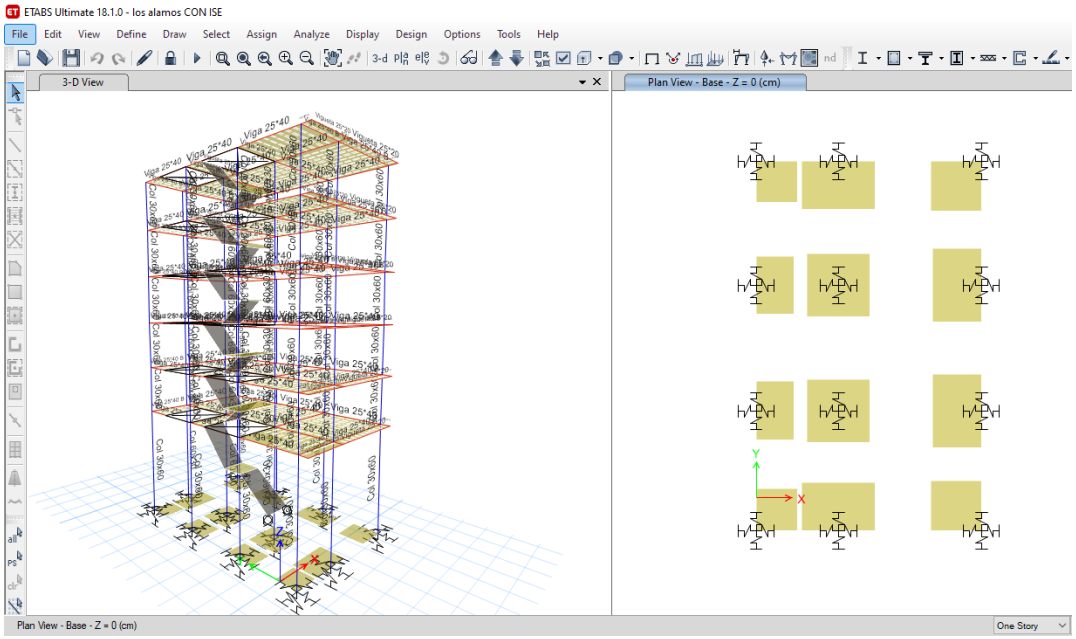


Imagen 27: Modelado de la cimentación en la estructura.

➢ REVISION DE DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS

DESPLAZAMIENTOS

Después del modelamiento y análisis estático de la estructura en el programa Etabs, podemos obtener mediante la imagen 28 los desplazamientos máximos de entre piso de toda la edificación en las direcciones de análisis X, Y, considerando la interacción suelo estructura, donde:

Desplazamiento en X: 1.87 cm

Desplazamiento en Y: 1.35 cm

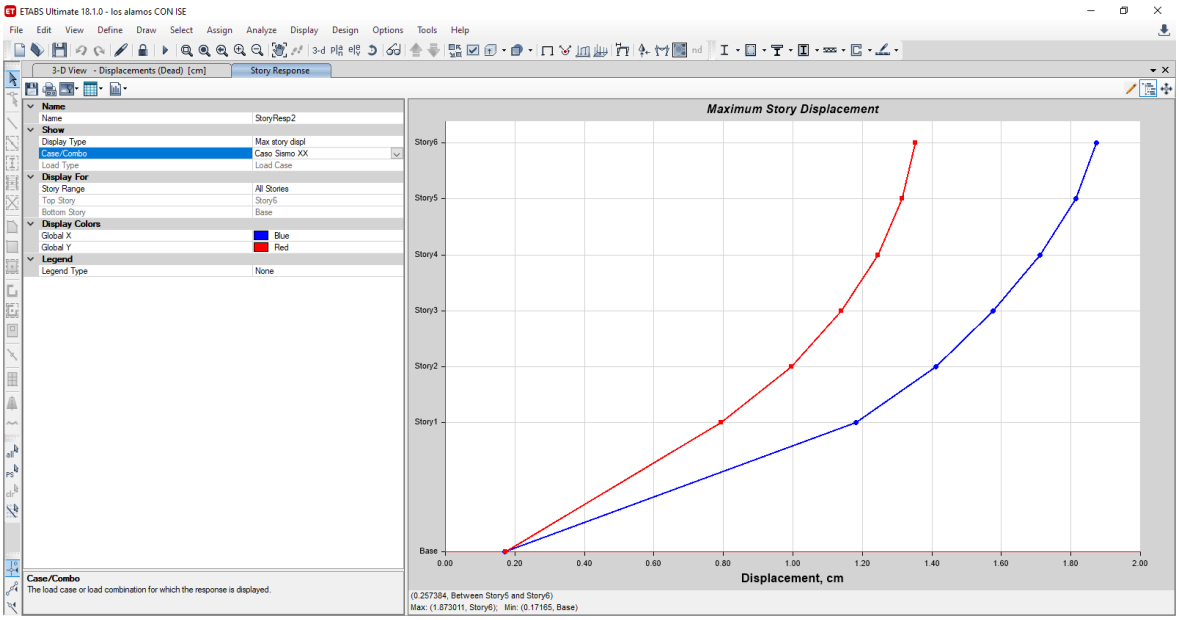


Imagen 28: Desplazamiento máximo por piso.

DERIVAS

Teniendo en cuenta la norma E.030, para elementos de concreto armado la distorsión máxima será de 0.007, se pudo obtener mediante la siguiente tabla 16 los desplazamientos por nodo de cada entre piso en toda la edificación en las direcciones de análisis X, Y, considerando la interacción suelo estructura, donde:

Tabla 16: Derivas por piso.

CHEQUEO DE DERIVAS CON ISE								
Story	Label	Disp X cm	Disp Y cm	Drift X	Drift Y	< 0.007 Deriva X	< 0.007 Deriva Y	Observacion
Story6	3	1.8321	1.3528	0.000226	0.000152	0.0014	0.0009	Ok!!!
Story6	4	1.1767	1.2143	0.000205	0.00013	0.0012	0.0008	Ok!!!
Story6	5	1.1763	1.3527	0.000203	0.000151	0.0012	0.0009	Ok!!!
Story6	6	1.1766	1.2532	0.000204	0.000133	0.0012	0.0008	Ok!!!
Story6	7	1.3461	1.2143	0.000254	0.00013	0.0015	0.0008	Ok!!!
Story6	8	1.3452	1.3525	0.00025	0.000151	0.0015	0.0009	Ok!!!
Story6	9	1.3458	1.2533	0.000252	0.000134	0.0015	0.0008	Ok!!!
Story6	10	1.5762	1.2144	0.000254	0.00013	0.0015	0.0008	Ok!!!
Story6	11	1.5753	1.3525	0.000251	0.000151	0.0015	0.0009	Ok!!!
Story6	12	1.5759	1.2534	0.000253	0.000134	0.0015	0.0008	Ok!!!
Story6	35	1.8323	1.2536	0.000228	0.000134	0.0014	0.0008	Ok!!!
Story6	36	1.8325	1.2145	0.000229	0.00013	0.0014	0.0008	Ok!!!
Story6	39	1.8728	1.3528	0.000228	0.000152	0.0014	0.0009	Ok!!!
Story6	42	1.873	1.2145	0.000229	0.00013	0.0014	0.0008	Ok!!!
Story5	3	1.7741	1.3139	0.000397	0.000274	0.0024	0.0016	Ok!!!
Story5	4	1.1245	1.181	0.000319	0.000215	0.0019	0.0013	Ok!!!
Story5	5	1.1245	1.3139	0.000319	0.000274	0.0019	0.0016	Ok!!!
Story5	6	1.1245	1.219	0.000319	0.000234	0.0019	0.0014	Ok!!!
Story5	7	1.2809	1.181	0.000336	0.000215	0.0020	0.0013	Ok!!!
Story5	8	1.2809	1.3139	0.000336	0.000274	0.0020	0.0016	Ok!!!
Story5	9	1.2809	1.219	0.000336	0.000234	0.0020	0.0014	Ok!!!
Story5	10	1.5108	1.181	0.000364	0.000215	0.0022	0.0013	Ok!!!
Story5	11	1.5108	1.3139	0.000364	0.000274	0.0022	0.0016	Ok!!!
Story5	12	1.5108	1.219	0.000364	0.000234	0.0022	0.0014	Ok!!!
Story5	35	1.7739	1.2191	0.000396	0.000234	0.0024	0.0014	Ok!!!
Story5	36	1.774	1.1811	0.000396	0.000215	0.0024	0.0013	Ok!!!
Story5	42	1.8143	1.1811	0.000401	0.000215	0.0024	0.0013	Ok!!!
Story4	3	1.6726	1.2438	0.00052	0.000408	0.0031	0.0024	Ok!!!
Story4	4	1.0435	1.1258	0.000404	0.000315	0.0024	0.0019	Ok!!!
Story4	5	1.0435	1.2438	0.000404	0.000408	0.0024	0.0024	Ok!!!
Story4	6	1.0435	1.1588	0.000404	0.000346	0.0024	0.0021	Ok!!!
Story4	7	1.1947	1.1258	0.000426	0.000315	0.0026	0.0019	Ok!!!
Story4	8	1.1947	1.2438	0.000426	0.000408	0.0026	0.0024	Ok!!!
Story4	9	1.1947	1.1588	0.000426	0.000346	0.0026	0.0021	Ok!!!
Story4	10	1.4176	1.1258	0.000468	0.000315	0.0028	0.0019	Ok!!!
Story4	11	1.4176	1.2438	0.000468	0.000408	0.0028	0.0024	Ok!!!
Story4	12	1.4176	1.1588	0.000468	0.000346	0.0028	0.0021	Ok!!!
Story4	35	1.6727	1.159	0.00052	0.000346	0.0031	0.0021	Ok!!!
Story4	36	1.6727	1.1259	0.00052	0.000315	0.0031	0.0019	Ok!!!
Story4	42	1.7118	1.1259	0.000528	0.000315	0.0032	0.0019	Ok!!!

Story3	3	1.5394	1.1389	0.000631	0.000549	0.0038	0.0033	Ok!!!
Story3	4	0.9405	1.0446	0.000479	0.000427	0.0029	0.0026	Ok!!!
Story3	5	0.9405	1.1389	0.000479	0.000549	0.0029	0.0033	Ok!!!
Story3	6	0.9405	1.0696	0.000479	0.000467	0.0029	0.0028	Ok!!!
Story3	7	1.0852	1.0446	0.000505	0.000427	0.0030	0.0026	Ok!!!
Story3	8	1.0852	1.1389	0.000505	0.000549	0.0030	0.0033	Ok!!!
Story3	9	1.0852	1.0696	0.000505	0.000467	0.0030	0.0028	Ok!!!
Story3	10	1.2977	1.0446	0.000559	0.000427	0.0034	0.0026	Ok!!!
Story3	11	1.2977	1.1389	0.000559	0.000549	0.0034	0.0033	Ok!!!
Story3	12	1.2977	1.0696	0.000559	0.000467	0.0034	0.0028	Ok!!!
Story3	35	1.5395	1.0697	0.000632	0.000466	0.0038	0.0028	Ok!!!
Story3	36	1.5395	1.0448	0.000632	0.000425	0.0038	0.0026	Ok!!!
Story3	42	1.5764	1.0448	0.000643	0.000425	0.0039	0.0026	Ok!!!
Story2	3	1.377	0.9968	0.000872	0.00078	0.0052	0.0047	Ok!!!
Story2	4	0.8175	0.9342	0.00061	0.000644	0.0037	0.0039	Ok!!!
Story2	5	0.8175	0.9968	0.00061	0.00078	0.0037	0.0047	Ok!!!
Story2	6	0.8175	0.9486	0.00061	0.000688	0.0037	0.0041	Ok!!!
Story2	7	0.9551	0.9342	0.000659	0.000644	0.0040	0.0039	Ok!!!
Story2	8	0.9551	0.9968	0.000659	0.00078	0.0040	0.0047	Ok!!!
Story2	9	0.9551	0.9486	0.000659	0.000688	0.0040	0.0041	Ok!!!
Story2	10	1.1536	0.9342	0.000753	0.000644	0.0045	0.0039	Ok!!!
Story2	11	1.1536	0.9968	0.000753	0.00078	0.0045	0.0047	Ok!!!
Story2	12	1.1536	0.9486	0.000753	0.000688	0.0045	0.0041	Ok!!!
Story2	35	1.3768	0.9492	0.00087	0.000694	0.0052	0.0042	Ok!!!
Story2	36	1.3768	0.9348	0.00087	0.000653	0.0052	0.0039	Ok!!!
Story2	42	1.4108	0.9348	0.000889	0.000653	0.0053	0.0039	Ok!!!
Story1	3	1.151	0.7943	0.001913	0.001313	0.0115	0.0079	Revisar
Story1	4	0.66	0.7669	0.001096	0.001267	0.0066	0.0076	Revisar
Story1	5	0.66	0.7943	0.001097	0.001313	0.0066	0.0079	Revisar
Story1	6	0.66	0.7699	0.001091	0.00128	0.0065	0.0077	Revisar
Story1	7	0.7843	0.7669	0.001303	0.001268	0.0078	0.0076	Revisar
Story1	8	0.7843	0.7943	0.001304	0.001315	0.0078	0.0079	Revisar
Story1	9	0.7843	0.7699	0.001298	0.00128	0.0078	0.0077	Revisar
Story1	10	0.9584	0.7669	0.001592	0.001269	0.0096	0.0076	Revisar
Story1	11	0.9584	0.7943	0.001593	0.001315	0.0096	0.0079	Revisar
Story1	12	0.9584	0.7699	0.001585	0.00128	0.0095	0.0077	Revisar
Story1	35	1.1514	0.7689	0.001913	0.001273	0.0115	0.0076	Revisar
Story1	36	1.1513	0.7652	0.001912	0.001265	0.0115	0.0076	Revisar

- **PERIODOS DE VIBRACION**

En la tabla 17 se muestra los periodos de vibraciones la estructura que considera la interacción suelo estructura, de los 3 primeros modos.

Tabla 17: Periodos de vibración.

Case	Mode	Period sec	direccion
Modal	1	1.1	traslacional X
Modal	2	0.931	traslacional Y
Modal	3	0.843	rotacional

- **CORTANTE BASAL**

Según la norma E.30 para edificaciones menciona en el artículo 4.6.4 Fuerza Cortante minina que para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso de la edificación no podrá ser menor del 80% del valor calculado según el artículo 4.5 para estructuras regulares.

Tabla 18: Calculo de cortante basal y factores reescaladores.

CALCULO DE LA CORTANTE BASAL			
PESO SISMICO	516.22	Tonf	--> Viene de Etabs.

VbasalEstatico			
Z =	0.250		
U =	1.000		
C =	1.364		
S =	1.200		
Tp =	0.600		
TL =	2.000		
R =	8.000		
T =	1.100	seg	--> Viene de Etabs.

VbasalEstatico	26.398
Ambas Direcciones	XX- YY
VBEst XX * 80%	21.12
VBEst YY * 80%	21.12

$T < T_P \quad C = 2{,}5$ *

$T_P < T < T_L \quad C = 2{,}5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$ *

$T > T_L \quad C = 2{,}5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$ *

Valor de C = **No hay valor para C**

Valor de C = **1.364**

Valor de C = **No hay valor para C**

VbasalDinamico			
CasoSismicoXX	17.89	tnf	--> Viene de Etabs.
CasoSismicoYY	21.97	tnf	--> Viene de Etabs.

Factor a ReEscalar	
CasoSismicoXX	1.18
CasoSismicoYY	0.96

➢ RE-ESCALADO DE CASOS SISMICOS

A continuación se procede a re-escalar los casos sísmicos en ambas direcciones con los valores obtenidos en el cálculo de la cortante basal para el cálculo y diseño de la demanda de acero en los elementos estructurales. Ver imagen 29.

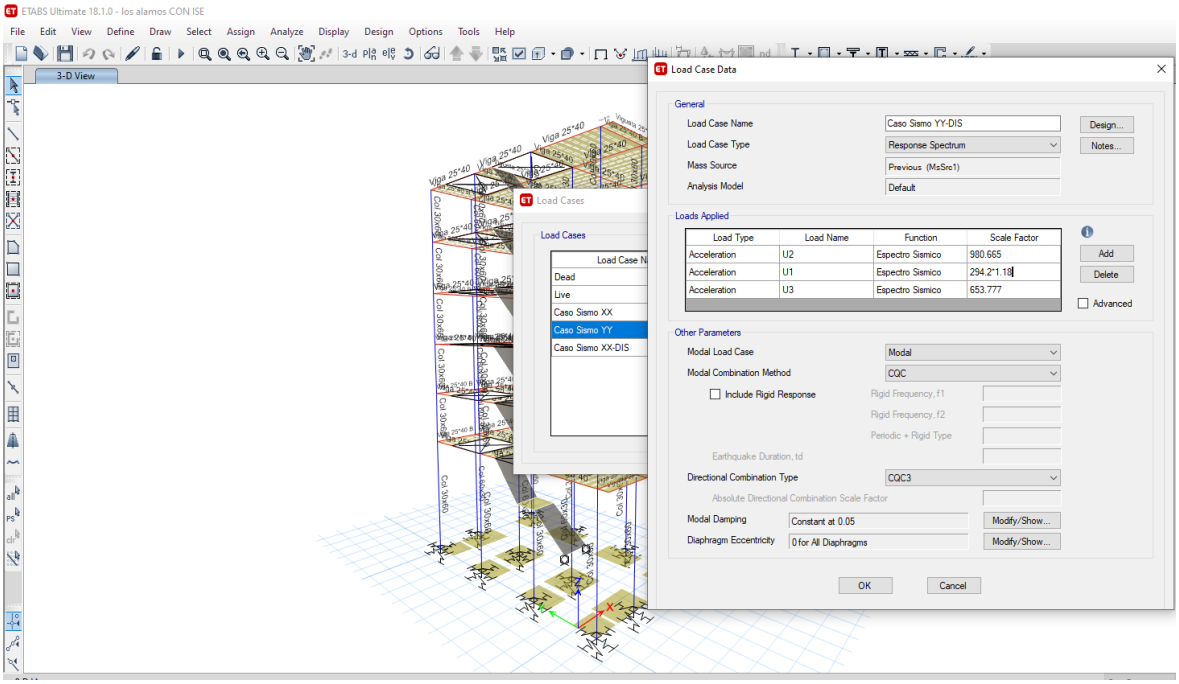


Imagen 29: Re escalado de los casos símicos en las direcciones X, Y.

➢ DISEÑO Y DEMANDA DE ACERO ESTRUCTURAL

Para la obtención de la demanda de acero en los elementos estructurales se procede a correr el análisis y el diseño. Ver imagen 30

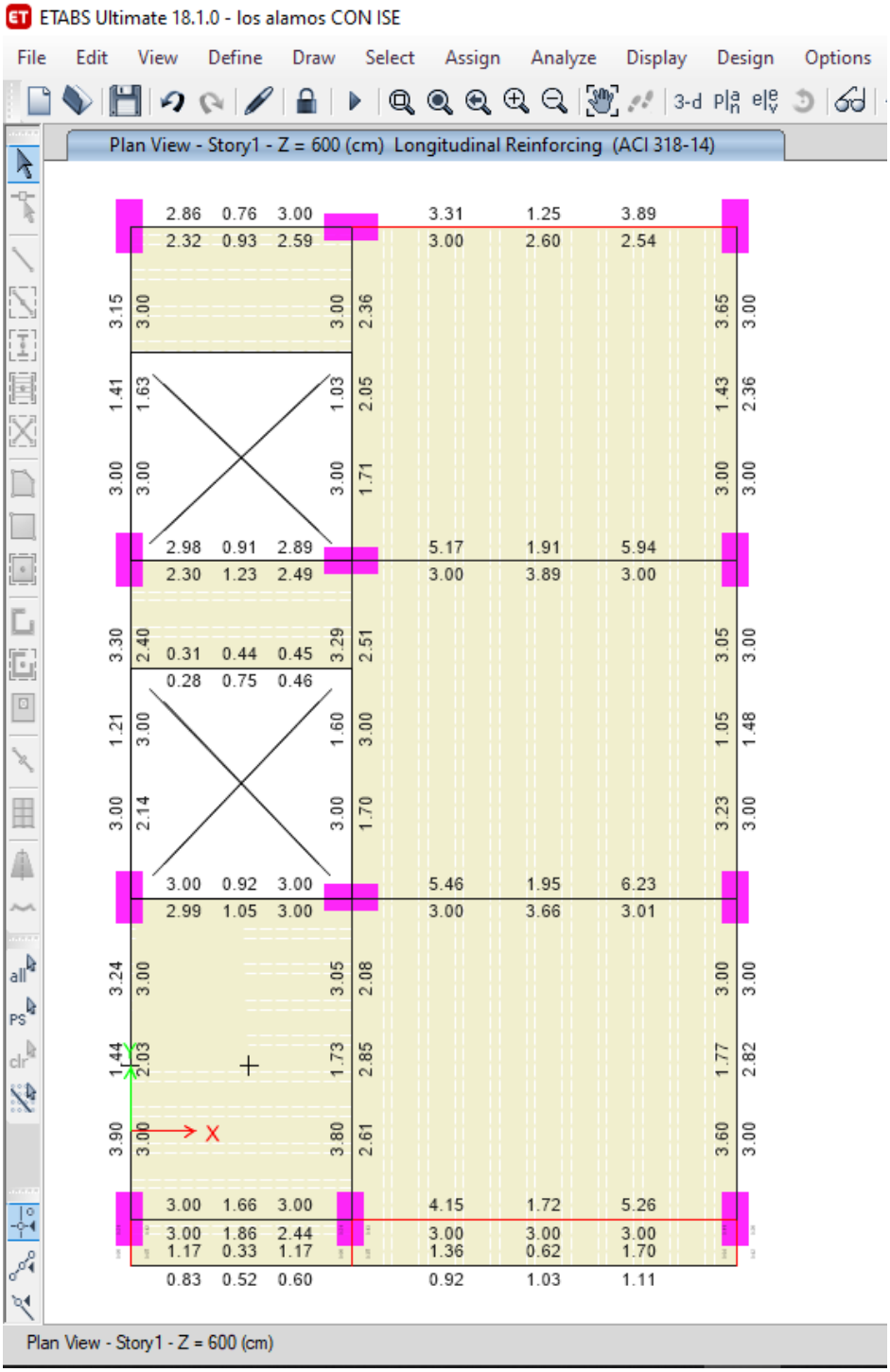


Imagen 30: Demanda de acero en Vigas – primer nivel.

4.4 ANALISIS RECALCULADO CONSIDERANDO INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA

Después de realizar el análisis de la estructura que considera la interacción suelo-estructura, y obtener los valores de la tabla 16 ya mencionada donde se precisa que las derivas obtenidas sobrepasan los parámetros máximos que rige la norma E.030, en ese sentido se realizó un nuevo análisis donde se recalcula las secciones de las columnas en el primer nivel, cumplir la norma E.030 y de esta forma obtener la influencia de interacción suelo estructura en el análisis y diseño estructural.

➢ MODELAMIENTO

Utilizando el mismo modelamiento anterior que considera la interacción suelo-estructura, se procede de forma iterativa a redimensionar las secciones de las columnas en el primer nivel debido a que se obtuvo derivas que no cumplían la norma E.030, ver imagen 31.

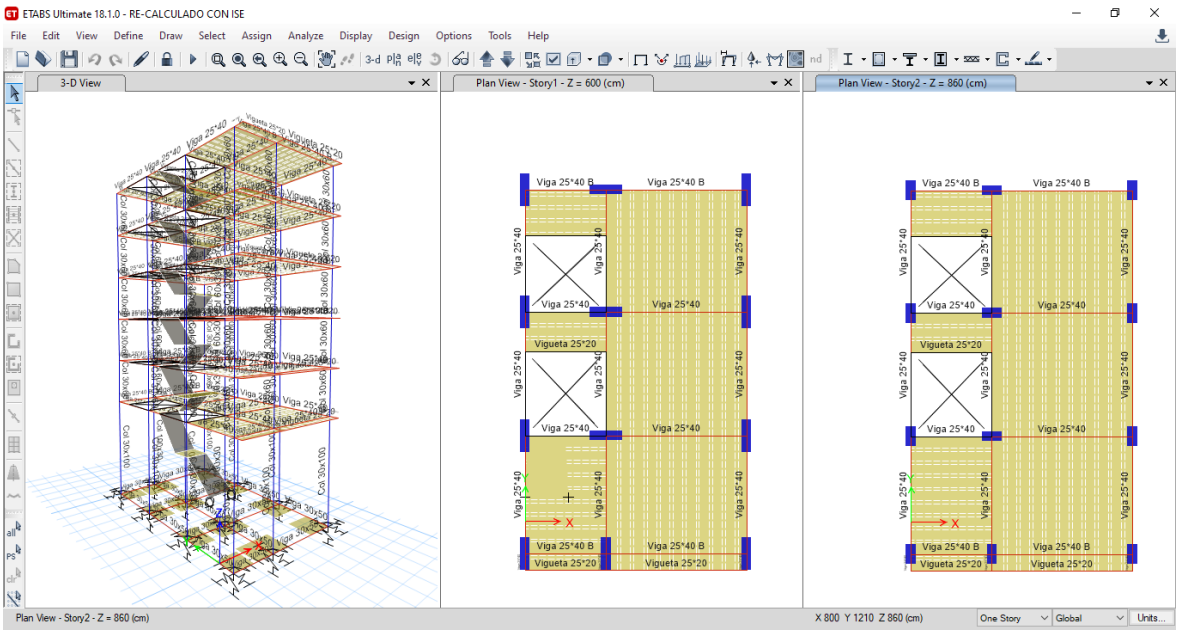


Imagen 31: Modelamiento y modificación de las columnas – primer nivel.

➢ DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS

En la tabla 19 se muestra el cumplimiento de las derivas después de realizar el recalculo del análisis de la estructura y la comparación con las derivas del análisis si el reclaculo.

Tabla 19: Derivas por piso.

CHEQUEO DE DERIVAS CON ISE			
Story	< 0.007 Deriva X	< 0.007 Deriva Y	Observ.
Story6	0.0014	0.0009	Ok!!!
Story6	0.0012	0.0008	Ok!!!
Story6	0.0012	0.0009	Ok!!!
Story6	0.0012	0.0008	Ok!!!
Story6	0.0015	0.0008	Ok!!!
Story6	0.0015	0.0009	Ok!!!
Story6	0.0015	0.0008	Ok!!!
Story6	0.0015	0.0008	Ok!!!
Story6	0.0015	0.0009	Ok!!!
Story6	0.0015	0.0008	Ok!!!
Story6	0.0014	0.0008	Ok!!!
Story6	0.0014	0.0008	Ok!!!
Story6	0.0014	0.0009	Ok!!!
Story6	0.0014	0.0008	Ok!!!
Story5	0.0024	0.0016	Ok!!!
Story5	0.0019	0.0013	Ok!!!
Story5	0.0019	0.0016	Ok!!!
Story5	0.0019	0.0014	Ok!!!
Story5	0.0020	0.0013	Ok!!!
Story5	0.0020	0.0016	Ok!!!
Story5	0.0020	0.0014	Ok!!!
Story5	0.0022	0.0013	Ok!!!
Story5	0.0022	0.0016	Ok!!!
Story5	0.0022	0.0014	Ok!!!
Story5	0.0024	0.0014	Ok!!!
Story5	0.0024	0.0013	Ok!!!
Story5	0.0024	0.0013	Ok!!!
Story4	0.0031	0.0024	Ok!!!
Story4	0.0024	0.0019	Ok!!!
Story4	0.0024	0.0024	Ok!!!
Story4	0.0024	0.0021	Ok!!!
Story4	0.0026	0.0019	Ok!!!
Story4	0.0026	0.0024	Ok!!!
Story4	0.0026	0.0021	Ok!!!
Story4	0.0028	0.0019	Ok!!!
Story4	0.0028	0.0024	Ok!!!
Story4	0.0028	0.0021	Ok!!!

CHEQUEO DE DERIVAS CON ISE CALCULADO				RE-
Story	Label	< 0.007 Deriva X	< 0.007 Deriva Y	Observ.
Story6	3	0.0016	0.0012	Ok!!!
Story6	4	0.0015	0.0010	Ok!!!
Story6	5	0.0015	0.0012	Ok!!!
Story6	6	0.0015	0.0011	Ok!!!
Story6	7	0.0018	0.0010	Ok!!!
Story6	8	0.0018	0.0012	Ok!!!
Story6	9	0.0018	0.0011	Ok!!!
Story6	10	0.0018	0.0010	Ok!!!
Story6	11	0.0018	0.0012	Ok!!!
Story6	12	0.0018	0.0011	Ok!!!
Story6	35	0.0016	0.0011	Ok!!!
Story6	36	0.0016	0.0010	Ok!!!
Story6	39	0.0016	0.0012	Ok!!!
Story6	42	0.0016	0.0010	Ok!!!
Story5	3	0.0029	0.0022	Ok!!!
Story5	4	0.0024	0.0017	Ok!!!
Story5	5	0.0024	0.0022	Ok!!!
Story5	6	0.0024	0.0019	Ok!!!
Story5	7	0.0025	0.0017	Ok!!!
Story5	8	0.0025	0.0022	Ok!!!
Story5	9	0.0025	0.0019	Ok!!!
Story5	10	0.0027	0.0017	Ok!!!
Story5	11	0.0027	0.0022	Ok!!!
Story5	12	0.0027	0.0019	Ok!!!
Story5	35	0.0029	0.0019	Ok!!!
Story5	36	0.0029	0.0017	Ok!!!
Story5	42	0.0030	0.0017	Ok!!!
Story4	3	0.0038	0.0033	Ok!!!
Story4	4	0.0030	0.0025	Ok!!!
Story4	5	0.0030	0.0033	Ok!!!
Story4	6	0.0030	0.0027	Ok!!!
Story4	7	0.0032	0.0025	Ok!!!
Story4	8	0.0032	0.0033	Ok!!!
Story4	9	0.0032	0.0027	Ok!!!
Story4	10	0.0035	0.0025	Ok!!!
Story4	11	0.0035	0.0033	Ok!!!
Story4	12	0.0035	0.0027	Ok!!!

Story4	0.0031	0.0021	Ok!!!
Story4	0.0031	0.0019	Ok!!!
Story4	0.0032	0.0019	Ok!!!
Story3	0.0038	0.0033	Ok!!!
Story3	0.0029	0.0026	Ok!!!
Story3	0.0029	0.0033	Ok!!!
Story3	0.0029	0.0028	Ok!!!
Story3	0.0030	0.0026	Ok!!!
Story3	0.0030	0.0033	Ok!!!
Story3	0.0030	0.0028	Ok!!!
Story3	0.0034	0.0026	Ok!!!
Story3	0.0034	0.0033	Ok!!!
Story3	0.0034	0.0028	Ok!!!
Story3	0.0038	0.0028	Ok!!!
Story3	0.0038	0.0026	Ok!!!
Story3	0.0039	0.0026	Ok!!!
Story2	0.0052	0.0047	Ok!!!
Story2	0.0037	0.0039	Ok!!!
Story2	0.0037	0.0047	Ok!!!
Story2	0.0037	0.0041	Ok!!!
Story2	0.0040	0.0039	Ok!!!
Story2	0.0040	0.0047	Ok!!!
Story2	0.0040	0.0041	Ok!!!
Story2	0.0045	0.0039	Ok!!!
Story2	0.0045	0.0047	Ok!!!
Story2	0.0045	0.0041	Ok!!!
Story2	0.0052	0.0042	Ok!!!
Story2	0.0052	0.0039	Ok!!!
Story2	0.0053	0.0039	Ok!!!
Story1	0.0115	0.0079	Revisar
Story1	0.0066	0.0076	Revisar
Story1	0.0066	0.0079	Revisar
Story1	0.0065	0.0077	Revisar
Story1	0.0078	0.0076	Revisar
Story1	0.0078	0.0079	Revisar
Story1	0.0078	0.0077	Revisar
Story1	0.0096	0.0076	Revisar
Story1	0.0096	0.0079	Revisar
Story1	0.0095	0.0077	Revisar
Story1	0.0115	0.0076	Revisar
Story1	0.0115	0.0076	Revisar

Story4	35	0.0038	0.0027	Ok!!!
Story4	36	0.0038	0.0025	Ok!!!
Story4	42	0.0039	0.0025	Ok!!!
Story3	3	0.0046	0.0041	Ok!!!
Story3	4	0.0035	0.0031	Ok!!!
Story3	5	0.0035	0.0041	Ok!!!
Story3	6	0.0035	0.0034	Ok!!!
Story3	7	0.0037	0.0031	Ok!!!
Story3	8	0.0037	0.0041	Ok!!!
Story3	9	0.0037	0.0034	Ok!!!
Story3	10	0.0041	0.0031	Ok!!!
Story3	11	0.0041	0.0041	Ok!!!
Story3	12	0.0041	0.0034	Ok!!!
Story3	35	0.0046	0.0034	Ok!!!
Story3	36	0.0046	0.0032	Ok!!!
Story3	42	0.0047	0.0032	Ok!!!
Story2	3	0.0059	0.0050	Ok!!!
Story2	4	0.0041	0.0040	Ok!!!
Story2	5	0.0041	0.0050	Ok!!!
Story2	6	0.0041	0.0042	Ok!!!
Story2	7	0.0046	0.0040	Ok!!!
Story2	8	0.0046	0.0050	Ok!!!
Story2	9	0.0046	0.0042	Ok!!!
Story2	10	0.0052	0.0040	Ok!!!
Story2	11	0.0052	0.0050	Ok!!!
Story2	12	0.0052	0.0042	Ok!!!
Story2	35	0.0059	0.0043	Ok!!!
Story2	36	0.0059	0.0040	Ok!!!
Story2	42	0.0060	0.0040	Ok!!!
Story1	3	0.0070	0.0041	Ok!!!
Story1	4	0.0043	0.0037	Ok!!!
Story1	5	0.0043	0.0041	Ok!!!
Story1	6	0.0043	0.0038	Ok!!!
Story1	7	0.0051	0.0037	Ok!!!
Story1	8	0.0051	0.0041	Ok!!!
Story1	9	0.0051	0.0038	Ok!!!
Story1	10	0.0061	0.0037	Ok!!!
Story1	11	0.0061	0.0041	Ok!!!
Story1	12	0.0061	0.0038	Ok!!!
Story1	35	0.0070	0.0038	Ok!!!
Story1	36	0.0070	0.0037	Ok!!!

➢ CORTANTE BASAL

La tabla 20 muestra la cortante basal que genera la interacción suelo estructura después de realizar el recalculo que exigía la norma.

Tabla 20: Calculo de cortante basal y factores reescaladores.

CALCULO DE LA CORTANTE BASAL			
PESO SISMICO	557.64	Tonf	--> Viene de Etabs.

VbasalEstatico			
Z =	0.250		
U =	1.000		
C =	1.710		
S =	1.200		
Tp =	0.600		
TL =	2.000		
R =	8.000		
T =	0.877	seg	--> Viene de Etabs.

VbasalEstatico	35.766
Ambas Direcciones	XX- YY
VBEst XX * 80%	28.61
VBEst YY * 80%	28.61

$T < T_P \quad C = 2{,}5$ *

$T_P < T < T_L \quad C = 2{,}5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$ *

$T > T_L \quad C = 2{,}5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$ *

Valor de C = **No hay valor para C**

Valor de C = **1.710**

Valor de C = **No hay valor para C**

VbasalDinamico			
CasoSismicoXX	17.89	tnf	--> Viene de Etabs.
CasoSismicoYY	21.97	tnf	--> Viene de Etabs.

Factor a Re Escalar	
CasoSismicoXX	1.60
CasoSismicoYY	1.30

➢ DISEÑO Y DEMANDA DE ACERO ESTRUCTURAL

Para la obtención de la demanda de acero en los elementos estructurales se procede a correr el análisis y el diseño. Ver imagen 32

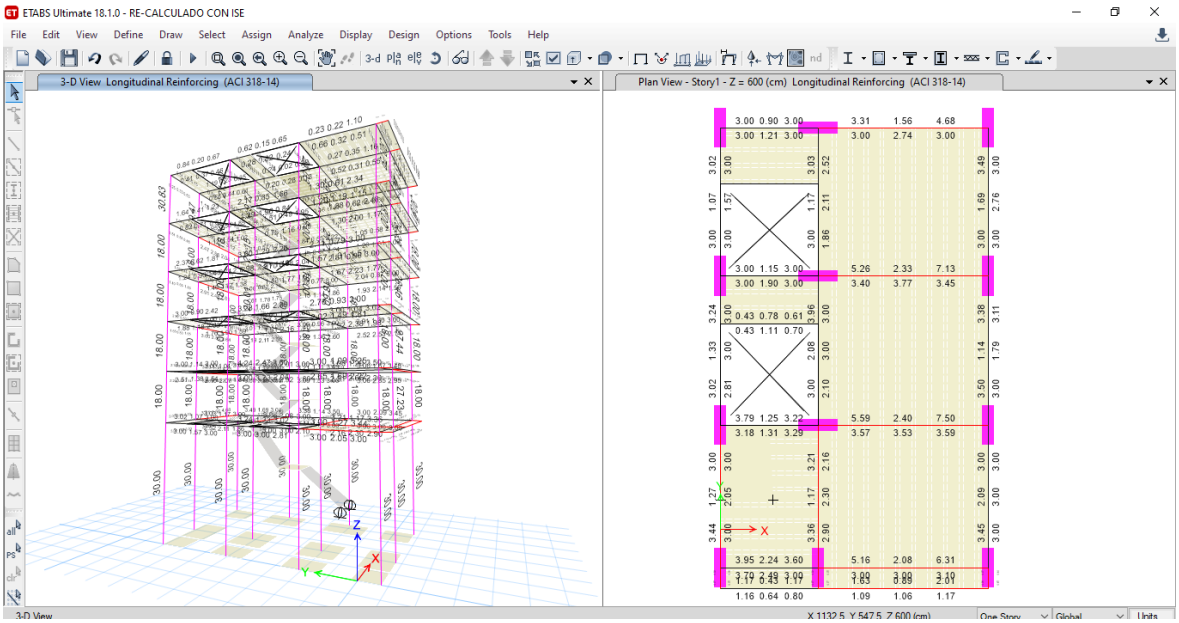


Imagen 32: Demanda de acero en Columnas y Vigas – primer nivel.

4.5 RESULTADOS

En este capítulo se realiza la comparación de los resultados obtenidos en los dos tipos de análisis dinámico modal espectral considerando y no la interacción suelo estructura.

Se compara los desplazamientos, derivas, cortante basal, periodo de vibración y demanda de acero estructural, de esta forma nos permitirá interpretar la influencia que genera la interacción suelo estructura en el análisis y diseño estructural de la muestra ubicada en la Urb. Álamos del distrito de Wánchaq, ciudad de Cusco.

4.5.1 DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS.

Comparación de los resultados obtenidos de ambos análisis previos con y sin interacción suelo estructura los cuales reflejan los desplazamientos por piso de la estructura en análisis.

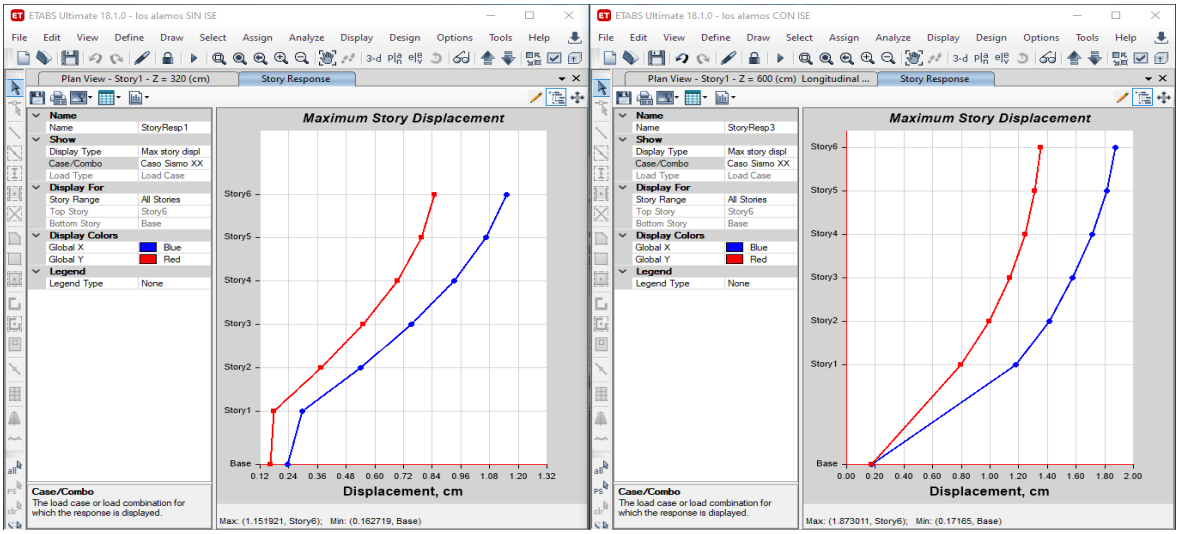


Imagen 33: Comparación de Desplazamientos.

Tabla 21: Comparación porcentual de desplazamientos por piso.

	Desplazamiento máximo Estructura sin ISE				Desplazamiento máximo Estructura con ISE			Incremento %
Piso 6	Dirección X	1.15	cm		Dirección X	1.87	cm	63%
	Dirección Y	0.85	cm		Dirección Y	1.35	cm	59%
Piso 5	Dirección X	1.06	cm		Dirección X	1.81	cm	71%
	Dirección Y	0.79	cm		Dirección Y	1.31	cm	66%
Piso 4	Dirección X	0.93	cm		Dirección X	1.71	cm	84%
	Dirección Y	0.69	cm	vs	Dirección Y	1.24	cm	80%
Piso 3	Dirección X	0.75	cm		Dirección X	1.58	cm	111%
	Dirección Y	0.55	cm		Dirección Y	1.14	cm	107%
Piso 2	Dirección X	0.53	cm		Dirección X	1.41	cm	166%
	Dirección Y	0.37	cm		Dirección Y	0.99	cm	168%
Piso 1	Dirección X	0.29	cm		Dirección X	1.18	cm	307%
	Dirección Y	0.18	cm		Dirección Y	0.79	cm	339%
Base	Dirección X	0.23	cm		Dirección X	0.17	cm	74%
	Dirección Y	0.16	cm		Dirección Y	0.17	cm	06%

Los resultados obtenidos en los desplazamientos en la estructura con ISE se incrementaron progresivamente desde el ultimo nivel hasta la base donde en el primer nivel en un 407% en el eje “X” y en un 439% en el eje “Y” con respecto al desplazamiento de la estructura sin ISE

Tabla 22: Comparación porcentual de valores de Derivas por piso.

CHEQUEO DE DERIVAS SIN ISE				CHEQUEO DE DERIVAS CON ISE				Variación	
Story	< 0.007 Deriva X	< 0.007 Deriva Y	Observ.	Story	< 0.007 Deriva X	< 0.007 Deriva Y	Observ.	X	Y
Story6	0.0020	0.0013	Ok!!!	Story6	0.0014	0.0009	Ok!!!	-32%	-32%
Story6	0.0016	0.0010	Ok!!!	Story6	0.0012	0.0008	Ok!!!	-25%	-20%
Story6	0.0016	0.0013	Ok!!!	Story6	0.0012	0.0009	Ok!!!	-25%	-33%
Story6	0.0016	0.0011	Ok!!!	Story6	0.0012	0.0008	Ok!!!	-25%	-27%
Story6	0.0017	0.0010	Ok!!!	Story6	0.0015	0.0008	Ok!!!	-11%	-19%
Story6	0.0017	0.0013	Ok!!!	Story6	0.0015	0.0009	Ok!!!	-12%	-32%
Story6	0.0017	0.0011	Ok!!!	Story6	0.0015	0.0008	Ok!!!	-11%	-26%
Story6	0.0018	0.0010	Ok!!!	Story6	0.0015	0.0008	Ok!!!	-17%	-20%
Story6	0.0018	0.0013	Ok!!!	Story6	0.0015	0.0009	Ok!!!	-18%	-33%
Story6	0.0018	0.0011	Ok!!!	Story6	0.0015	0.0008	Ok!!!	-17%	-26%
Story6	0.0020	0.0011	Ok!!!	Story6	0.0014	0.0008	Ok!!!	-31%	-26%
Story6	0.0020	0.0010	Ok!!!	Story6	0.0014	0.0008	Ok!!!	-31%	-21%
Story6	0.0020	0.0013	Ok!!!	Story6	0.0014	0.0009	Ok!!!	-32%	-32%
Story6	0.0020	0.0010	Ok!!!	Story6	0.0014	0.0008	Ok!!!	-32%	-21%
Story5	0.0031	0.0023	Ok!!!	Story5	0.0024	0.0016	Ok!!!	-23%	-30%
Story5	0.0025	0.0017	Ok!!!	Story5	0.0019	0.0013	Ok!!!	-22%	-24%
Story5	0.0025	0.0023	Ok!!!	Story5	0.0019	0.0016	Ok!!!	-22%	-30%
Story5	0.0025	0.0019	Ok!!!	Story5	0.0019	0.0014	Ok!!!	-22%	-25%
Story5	0.0025	0.0017	Ok!!!	Story5	0.0020	0.0013	Ok!!!	-21%	-24%
Story5	0.0025	0.0023	Ok!!!	Story5	0.0020	0.0016	Ok!!!	-21%	-30%
Story5	0.0025	0.0019	Ok!!!	Story5	0.0020	0.0014	Ok!!!	-21%	-25%
Story5	0.0028	0.0017	Ok!!!	Story5	0.0022	0.0013	Ok!!!	-21%	-24%
Story5	0.0028	0.0023	Ok!!!	Story5	0.0022	0.0016	Ok!!!	-21%	-30%
Story5	0.0028	0.0019	Ok!!!	Story5	0.0022	0.0014	Ok!!!	-21%	-25%
Story5	0.0031	0.0019	Ok!!!	Story5	0.0024	0.0014	Ok!!!	-24%	-25%
Story5	0.0031	0.0017	Ok!!!	Story5	0.0024	0.0013	Ok!!!	-24%	-23%
Story5	0.0032	0.0017	Ok!!!	Story5	0.0024	0.0013	Ok!!!	-24%	-23%
Story4	0.0041	0.0033	Ok!!!	Story4	0.0031	0.0024	Ok!!!	-24%	-26%
Story4	0.0032	0.0024	Ok!!!	Story4	0.0024	0.0019	Ok!!!	-24%	-21%
Story4	0.0032	0.0033	Ok!!!	Story4	0.0024	0.0024	Ok!!!	-24%	-26%
Story4	0.0032	0.0027	Ok!!!	Story4	0.0024	0.0021	Ok!!!	-24%	-22%
Story4	0.0033	0.0024	Ok!!!	Story4	0.0026	0.0019	Ok!!!	-22%	-21%
Story4	0.0033	0.0033	Ok!!!	Story4	0.0026	0.0024	Ok!!!	-22%	-26%
Story4	0.0033	0.0027	Ok!!!	Story4	0.0026	0.0021	Ok!!!	-22%	-22%
Story4	0.0036	0.0024	Ok!!!	Story4	0.0028	0.0019	Ok!!!	-23%	-21%
Story4	0.0036	0.0033	Ok!!!	Story4	0.0028	0.0024	Ok!!!	-23%	-26%
Story4	0.0036	0.0027	Ok!!!	Story4	0.0028	0.0021	Ok!!!	-23%	-22%
Story4	0.0041	0.0027	Ok!!!	Story4	0.0031	0.0021	Ok!!!	-24%	-22%
Story4	0.0041	0.0024	Ok!!!	Story4	0.0031	0.0019	Ok!!!	-24%	-21%
Story4	0.0042	0.0024	Ok!!!	Story4	0.0032	0.0019	Ok!!!	-24%	-21%

Story3	0.0049	0.0041	Ok!!!	Story3	0.0038	0.0033	Ok!!!	-22%	-20%
Story3	0.0037	0.0030	Ok!!!	Story3	0.0029	0.0026	Ok!!!	-23%	-14%
Story3	0.0037	0.0041	Ok!!!	Story3	0.0029	0.0033	Ok!!!	-23%	-20%
Story3	0.0037	0.0033	Ok!!!	Story3	0.0029	0.0028	Ok!!!	-23%	-15%
Story3	0.0038	0.0030	Ok!!!	Story3	0.0030	0.0026	Ok!!!	-21%	-14%
Story3	0.0038	0.0041	Ok!!!	Story3	0.0030	0.0033	Ok!!!	-21%	-20%
Story3	0.0038	0.0033	Ok!!!	Story3	0.0030	0.0028	Ok!!!	-21%	-15%
Story3	0.0042	0.0030	Ok!!!	Story3	0.0034	0.0026	Ok!!!	-21%	-14%
Story3	0.0042	0.0041	Ok!!!	Story3	0.0034	0.0033	Ok!!!	-21%	-20%
Story3	0.0042	0.0033	Ok!!!	Story3	0.0034	0.0028	Ok!!!	-21%	-15%
Story3	0.0049	0.0033	Ok!!!	Story3	0.0038	0.0028	Ok!!!	-22%	-15%
Story3	0.0049	0.0030	Ok!!!	Story3	0.0038	0.0026	Ok!!!	-22%	-15%
Story3	0.0050	0.0030	Ok!!!	Story3	0.0039	0.0026	Ok!!!	-22%	-15%
Story2	0.0055	0.0045	Ok!!!	Story2	0.0052	0.0047	Ok!!!	-5%	103%
Story2	0.0040	0.0034	Ok!!!	Story2	0.0037	0.0039	Ok!!!	-8%	112%
Story2	0.0040	0.0045	Ok!!!	Story2	0.0037	0.0047	Ok!!!	-8%	103%
Story2	0.0040	0.0037	Ok!!!	Story2	0.0037	0.0041	Ok!!!	-8%	111%
Story2	0.0042	0.0034	Ok!!!	Story2	0.0040	0.0039	Ok!!!	-7%	112%
Story2	0.0042	0.0045	Ok!!!	Story2	0.0040	0.0047	Ok!!!	-7%	103%
Story2	0.0042	0.0037	Ok!!!	Story2	0.0040	0.0041	Ok!!!	-7%	111%
Story2	0.0048	0.0034	Ok!!!	Story2	0.0045	0.0039	Ok!!!	-6%	112%
Story2	0.0048	0.0045	Ok!!!	Story2	0.0045	0.0047	Ok!!!	-6%	103%
Story2	0.0048	0.0037	Ok!!!	Story2	0.0045	0.0041	Ok!!!	-6%	111%
Story2	0.0055	0.0037	Ok!!!	Story2	0.0052	0.0042	Ok!!!	-6%	111%
Story2	0.0055	0.0035	Ok!!!	Story2	0.0052	0.0039	Ok!!!	-6%	113%
Story2	0.0057	0.0035	Ok!!!	Story2	0.0053	0.0039	Ok!!!	-6%	113%
Story1	0.0054	0.0034	Ok!!!	Story1	0.0115	0.0079	Revisar	211%	235%
Story1	0.0035	0.0028	Ok!!!	Story1	0.0066	0.0076	Revisar	187%	267%
Story1	0.0035	0.0034	Ok!!!	Story1	0.0066	0.0079	Revisar	187%	235%
Story1	0.0035	0.0029	Ok!!!	Story1	0.0065	0.0077	Revisar	186%	262%
Story1	0.0040	0.0028	Ok!!!	Story1	0.0078	0.0076	Revisar	194%	268%
Story1	0.0040	0.0034	Ok!!!	Story1	0.0078	0.0079	Revisar	195%	235%
Story1	0.0040	0.0029	Ok!!!	Story1	0.0078	0.0077	Revisar	194%	262%
Story1	0.0047	0.0028	Ok!!!	Story1	0.0096	0.0076	Revisar	204%	268%
Story1	0.0047	0.0034	Ok!!!	Story1	0.0096	0.0079	Revisar	204%	235%
Story1	0.0047	0.0029	Ok!!!	Story1	0.0095	0.0077	Revisar	203%	262%
Story1	0.0054	0.0029	Ok!!!	Story1	0.0115	0.0076	Revisar	211%	261%
Story1	0.0054	0.0028	Ok!!!	Story1	0.0115	0.0076	Revisar	212%	269%

Las derivas obtenidas de la estructura con ISE se incrementaron significativamente en el primer nivel, generando que los valores sobrepasen el

límite que regula la norma en un promedio del 200% en el eje “X” y en un promedio de 255% en el eje “Y” con respecto a las derivas de la estructura sin ISE.

4.5.2 CORTANTE BASAL.

Comparación de los resultados obtenidos de los análisis previos con y sin interacción suelo estructura los cuales reflejan la cortante basal de la estructura en análisis.

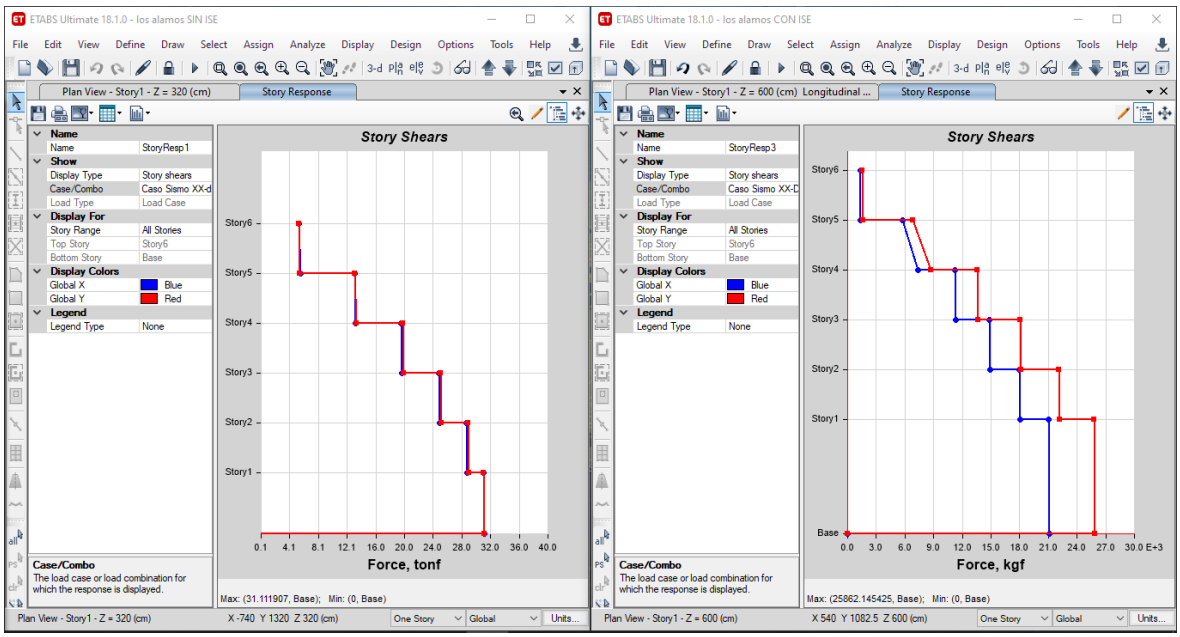


Imagen 34: Comparación de cortante Basal y por piso.

Tabla 23: Comparación porcentual de los valores de Cortante basal.

	Cortante Basal Estructura sin ISE			vs	Cortante Basal Estructura con ISE			Disminuye %
Base	Dirección X	31.11	ton		Dirección X	21.10	ton	-32%
	Dirección Y	31.11	ton		Dirección Y	25.86	ton	-17%

Según el cuadro comparativo porcentual de las cortantes basales de las estructuras modeladas que consideran y no a la interacción suelo estructura, podemos observar que la estructura con ISE fue afectada con la disminución en la cortante basal con respecto a la estructura sin ISE en un -17% en el eje Y y 32% en el eje X.

4.5.3 PERIODO DE VIBRACION.

Los periodos de vibración se incrementan en la estructura que considera la interacción suelo estructura con respecto a la estructura que no considera en un 172% en el primer periodo.

Tabla 24: Comparación Porcentual de periodos en ambas estructuras.

Periodo Estructura sin ISE				Periodo Estructura con ISE			Incremento %
T1 :	0.638	seg		T1 :	1.100	seg	172%
T2 :	0.571	seg		T2 :	0.931	seg	163%
T3 :	0.498	seg		T3 :	0.843	seg	169%
T4 :	0.205	seg	vs	T4 :	0.285	seg	139%
T5 :	0.179	seg		T5 :	0.284	seg	159%
T6 :	0.158	seg		T6 :	0.278	seg	176%
T7 :	0.117	seg		T7 :	0.277	seg	237%
T8 :	0.111	seg		T8 :	0.274	seg	247%
T9 :	0.098	seg		T9 :	0.246	seg	251%
T10 :	0.096	seg		T10 :	0.244	seg	254%

4.5.4 DEMANDA DE ACERO.

Según el grafico comparativo de la demanda de acero, los análisis dinámicos considerando y no considerando la interacción suelo estructura , se puede observar que el área de acero en la viga muestra en el primer nivel se incrementó hasta en un 19% y disminuye hasta en un 82% en el último nivel con respecto al diseño estructural sin ISE.

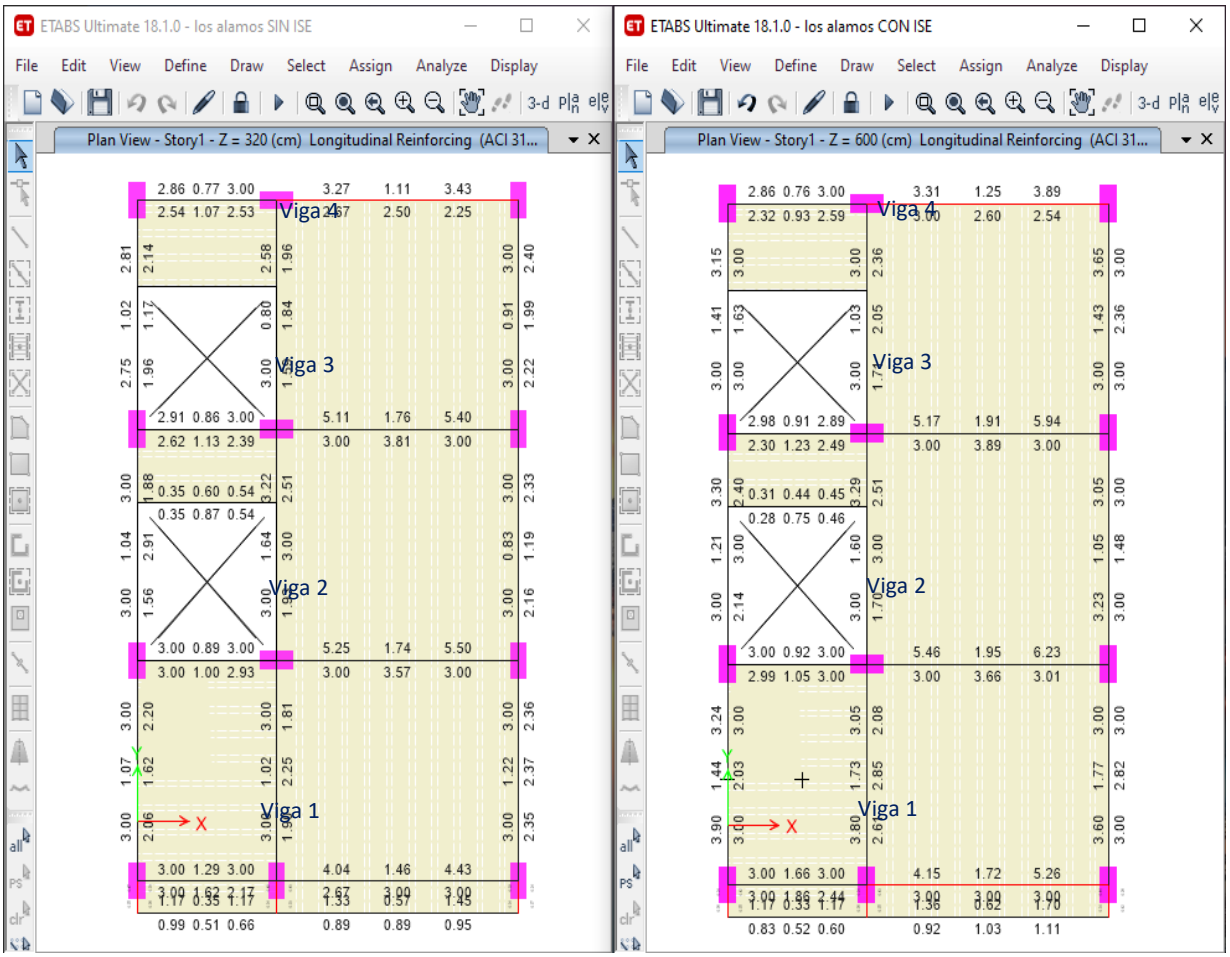


Imagen 35: Comparación de demanda de acero en vigas – primer nivel.

Tabla 25: Comparación Porcentual de demanda de acero en vigas.

		Demanda de Acero Longitudinal								Incremento %		
		Estructura sin ISE				Estructura con ISE						
PRIMER NIVEL	Viga 1	4.04	1.46	4.43	cm2	Viga 1	4.15	1.72	5.26	cm2	3%	18%	19%
		2.67	3.00	3.00	cm2		3.00	3.00	3.00	cm2	12%	0%	0%
	Viga 2	5.25	1.74	5.50	cm2	Viga 2	5.46	1.95	6.23	cm2	4%	12%	13%
		3.00	3.57	3.00	cm2		3.00	3.66	3.01	cm2	0%	3%	0%
	Viga 3	5.11	1.76	5.40	cm2	Viga 3	5.17	1.91	5.94	cm2	1%	9%	10%
		3.00	3.81	3.00	cm2		3.00	3.89	3.00	cm2	0%	2%	0%
	Viga 4	3.27	1.11	3.43	cm2	Viga 4	3.31	1.25	3.89	cm2	1%	13%	13%
		2.67	2.50	2.25	cm2		3.00	2.60	2.54	cm2	12%	4%	13%
SEGUNDO NIVEL	Viga 1	3.62	1.41	4.43	cm2	Viga 1	3.07	1.46	4.54	cm2	-15%	4%	2%
		2.51	2.97	2.87	cm2		2.71	3.00	2.94	cm2	8%	1%	2%
	Viga 2	4.57	1.77	5.60	cm2	Viga 2	3.84	1.79	5.67	cm2	-16%	1%	1%
		3.00	3.46	3.00	cm2		3.00	3.45	3.00	cm2	0%	0%	0%
	Viga 3	4.54	1.76	5.54	cm2	Viga 3	3.85	1.76	5.57	cm2	-15%	0%	1%
		3.00	3.65	3.00	cm2		3.00	3.61	3.00	cm2	0%	-1%	0%

	Viga 4	3.00	1.16	3.59	cm2	Viga 4	3.00	1.16	3.59	cm2	0%	0%	0%
		2.69	2.45	2.34	cm2		2.68	2.47	2.34	cm2	0%	1%	0%
TERCER NIVEL	Viga 1	3.25	1.40	4.36	cm2	Viga 1	3.00	1.38	4.31	cm2	-8%	-1%	-1%
		2.48	3.00	2.84	cm2		2.56	3.00	2.81	cm2	3%	0%	-1%
	Viga 2	4.23	1.74	5.49	cm2	Viga 2	3.48	1.70	5.39	cm2	-18%	-2%	-2%
		3.00	3.49	3.00	cm2		3.00	3.50	3.00	cm2	0%	0%	0%
	Viga 3	4.24	1.73	5.45	cm2	Viga 3	3.52	1.68	5.31	cm2	-17%	-3%	-3%
		3.00	3.67	3.00	cm2		3.00	3.67	3.00	cm2	0%	0%	0%
	Viga 4	3.00	1.14	3.54	cm2	Viga 4	2.76	1.10	3.42	cm2	-8%	-4%	-3%
		2.70	2.48	2.32	cm2		2.63	2.51	2.23	cm2	-3%	1%	-4%
CUARTO NIVEL	Viga 1	3.00	1.33	4.15	cm2	Viga 1	3.00	1.36	4.23	cm2	0%	2%	2%
		2.39	3.00	2.71	cm2		2.48	3.00	2.75	cm2	4%	0%	1%
	Viga 2	3.83	1.67	5.27	cm2	Viga 2	3.12	1.68	5.30	cm2	-19%	1%	1%
		2.94	3.49	3.00	cm2		2.96	3.46	3.00	cm2	1%	-1%	0%
	Viga 3	3.85	1.66	5.25	cm2	Viga 3	3.20	1.66	5.23	cm2	-17%	0%	0%
		3.00	3.66	3.00	cm2		2.95	3.61	3.00	cm2	-2%	-1%	0%
	Viga 4	3.00	1.09	3.36	cm2	Viga 4	2.40	1.08	3.34	cm2	-20%	-1%	-1%
		2.57	2.48	2.20	cm2		2.53	2.49	2.18	cm2	-2%	0%	-1%
QUINTO NIVEL	Viga 1	3.00	1.25	3.86	cm2	Viga 1	2.71	1.08	3.52	cm2	-10%	-14%	-9%
		2.22	3.00	2.54	cm2		2.19	3.00	2.24	cm2	-1%	0%	-12%
	Viga 2	3.40	1.57	4.94	cm2	Viga 2	3.00	1.49	4.63	cm2	-12%	-5%	-6%
		2.70	3.48	3.00	cm2		2.79	3.60	2.98	cm2	3%	3%	-1%
	Viga 3	3.44	1.57	4.94	cm2	Viga 3	3.00	1.48	4.63	cm2	-13%	-6%	-6%
		2.77	3.65	3.00	cm2		2.82	3.77	3.00	cm2	2%	3%	0%
	Viga 4	2.62	1.00	3.09	cm2	Viga 4	2.21	0.90	3.00	cm2	-16%	-10%	-3%
		2.35	2.48	2.03	cm2		2.21	2.57	1.82	cm2	-6%	4%	-10%
SEXTO NIVEL	Viga 1	1.64	0.64	2.71	cm2	Viga 1	0.30	0.38	1.55	cm2	-82%	-41%	-43%
		1.49	1.95	1.29	cm2		1.11	0.58	0.71	cm2	-26%	-70%	-45%
	Viga 2	2.25	0.78	3.00	cm2	Viga 2	0.40	0.67	2.04	cm2	-82%	-14%	-32%
		1.80	2.72	1.59	cm2		1.45	0.92	0.94	cm2	-19%	-66%	-41%
	Viga 3	2.28	0.75	3.00	cm2	Viga 3	0.40	0.67	2.03	cm2	-82%	-11%	-32%
		1.78	2.81	1.58	cm2		1.44	0.91	0.93	cm2	-19%	-68%	-41%
	Viga 4	1.36	0.54	2.21	cm2	Viga 4	0.28	0.37	1.40	cm2	-79%	-31%	-37%
		1.49	1.58	1.06	cm2		0.87	0.67	0.65	cm2	-42%	-58%	-39%

V. DISCUSIONES

5.1 DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS

En esta investigación se pudo evidenciar a través de los resultados el incremento proporcional de los periodos de vibración, desplazamientos y derivas desde la base hasta el último nivel de la estructura que considera la interacción suelo – estructura, donde así mismo son corroborados por el Dr. Villarreal (2009), el cual manifiesta en sus resultados de investigación que el primer periodo de vibración se incrementa en un 30.1%, los desplazamientos se incrementan en el eje X en un 28.3% y 24.1% en el eje Y.

Por otra parte “Luis Angulo” (2007), corrobora los resultados donde concluye que la interacción suelo estructura en edificaciones que cuentan con sótano prácticamente es mínimo la variación en los desplazamientos “Derivas” (-9.8%) en ambas direcciones.

Finalizando la discusión en los desplazamientos “Walter Vásquez” (2017), también corrobora con sus resultados en su trabajo de investigación donde los desplazamientos se incrementan con respecto a la estructura convencional en un 235% en el eje X y 159% en el eje Y, al mismo tiempo considera la utilización de disipadores donde los desplazamientos disminuyen en la estructura con ISE en un -72.32% con respecto a la estructura convencional.

5.2 CORTANTE BASAL

“Luis Angulo” (2017), “Genner Villarreal” (2009), “Walter Vásquez” (2017) corroboran los resultados obtenidos en esta investigación donde la cortante basal en la estructura con interacción suelo estructura disminuye con respecto a la estructura convencional, donde en una edificación con sótano disminuye en un -11.4%, una edificación de cinco niveles y zapatas asiladas disminuye en un -17% y una edificación de 3 niveles con disipadores de energía también disminuye en -72.55%, en ese sentido los autores mencionados concluyeron con diferentes muestras los mismos resultados de esta investigación.

VI. CONCLUSIONES

- La interacción suelo-estructura influye significativamente en el análisis y diseño estructural de edificios de concreto armado situado en suelo intermedio (Arcillas) en la Urb. Álamos, debido al efecto que genera la liberación del empotramiento de la base, la adición del modelado de la cimentación y la aplicación de los factores de rigidez del suelo.

- Los resultados obtenidos en el análisis convencional de la estructura tomada como muestra reflejan desplazamientos de 1.15 cm en el último nivel, derivas con 0.0054 en el eje X y 0.0034 en el eje Y en el primer nivel, el primer periodo de vibración 0.638, la demanda de acero en columnas es de 18 cm^2 y en planos se cuenta con 21.6 cm^2; todos estos valores y resultados están dentro de los parámetros que rige la norma E.030 y permite realizar una análisis comparativo de manera satisfactoria para esta investigación.

- Los factores de rigidez del suelo obtenidos para el análisis de interacción suelo-estructura son directamente proporcional al área de las cimentaciones, donde las zapatas centrales de 1.90x1.90 m tienen como valores en Kx=48.7 tn, en Ky=29.8 tn, en Kz=59.1tn con respecto a las zapatas en esquinas de 1.25x1.25 m que tienen como valores Kx=28.5 tn, en Ky=7.9 tn, en Kz=34.6 tn, en ese sentido reflejan coherencia y confiabilidad para ser utilizadas.

- El incremento de las derivas en un 200% en el eje X y en un 255% en el eje Y, el incremento de los periodos de vibración donde el primer periodo de vibración incrementa en un 172% en el análisis del modelo que considera la interacción suelo-estructura, sobrepasan lo permitido en la norma E.030, en ese sentido la influencia que genera dicho incremento es de redimensionar las secciones de las columnas y así cumplir lo que rige la norma E.0.30, así mismo la reestructuración de las columnas llegaron a 0.30x0.90m, donde inicialmente eran de 0.30x0.60m incrementando en un 50% en el área de la sección del primer nivel.

- La disminución de la cortante basal en el eje X de -32% y en el eje Y de -17% en el análisis de la estructura que considera la interacción suelo-estructura son favorables a pesar de los valores bajos que se obtuvieron, generan variación en la demanda de acero en los elementos estructurales.

- Según las discusiones realizadas se puede concluir que la interacción suelo-estructura en edificaciones que consideran sótano con losa de cimentación, no se ven afectadas significativamente en comparación a las estructuras que consideran otro tipo de cimentación.

VII. RECOMENDACIONES

- Para el análisis y diseño estructural de edificaciones que consideren la interacción suelo-estructura, se debería verificar que cumplan las derivas en el primer nivel tal como lo exige en la Norma E.030 del RNE vigente a dicho trabajo de investigación.

- Los resultados de los parámetros geotécnicos obtenidos en el EMS son de suma importancia para el diseño de la cimentación, se debería considerar el cálculo del coeficiente experimental Co, el cual es un valor de gran importancia para poder realizar un correcto análisis considerando la Interacción Suelo-Estructura según D.D. Barkan – O.A. Savinov.

- Para el cálculo y diseño estructural de una edificación, se recomienda modelar la estructura con y sin interacción suelo-estructura para verificar la variación de desplazamientos en el primer nivel, de tal forma que el Profesional responsable pueda tomar decisiones bajo criterio propio de cuál de los análisis es más conservador y se acerca más a la realidad.

- Los suelos rígidos para fundaciones garantizan baja amplificación de desplazamientos de entrepisos con respecto a los suelos intermedios.

REFERENCIAS

- Villarreal, G. 2006. Interacción sísmica suelo-estructura en edificios con zapatas aisladas. Libro premio Nacional ANR 2006. Lima, Perú.

- Villarreal, G. 2007. Interacción suelo-estructura en edificios altos. Libro premio Nacional ANR 2007. Lima, Perú.

- Villarreal, G y Oviedo, R. 2008. Edificaciones con dispositivos pasivos de disipación de energía. Libro premio Nacional ANR 2008. 1° Edición. Lima, Perú.

- Valderrama, C; Meza, J. 2014. Influencia de la Interacción Suelo-Estructura en la Reducción de Esfuerzos de una Edificación Aporticada con Zapatas Aisladas. Proyecto Profesional para optar por el Título de Ingeniero. Lima, Perú, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

- Otazzi G. 2013. Diseño en Concreto Armado. Segunda Edición. Lima, Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Miranda, E. 2012. Conceptos básicos sobre interacción dinámica suelo-estructura.

- Ing. Roberto Morales Morales, Diseño de concreto armado". Edición Instituto de la Construcción y Gerencia.

- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. 2016. Decreto supremo que modifica la Norma E030 "Diseño sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones aprobada por Decreto Supremo N°011-2006 Vivienda, Modificada con decreto supremo N°002-2014-Vivienda. Norma E030. Lima, Perú.

ANEXOS

A1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

TITULO				
"Influencia de la interacción Suelo-Estructura en el análisis y diseño estructural de edificios de concreto armado, Urb. Álamos, Wánchaq, Cusco"				
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	**OBJETIVOS**	**HIPÓTESIS**	**VARIABLES**	**METODOLOGIA**
PROBLEMA GENERAL:	**OBJETIVO GENERAL:**	**HIPOTESIS GENERAL:**	**VARIABLE DEPENDIENTE**	**TÉCNICAS** - Observacion
¿Influirá la interacción suelo - estructura en el análisis y diseño estructural de edificios de concreto armado, Urb. Álamos, Wánchaq, Cusco"?	Determinar la influencia de la interacción suelo-estructura en el analisis y diseño estructural de edificios de concreto armado, Urb. Álamos, Wánchaq, Cusco.	La interacción suelo-estructura influye en el analisis y diseño estructural de edificios de concreto armado, Urb. Álamos, Wánchaq, Cusco.	X1 = EDIFICACION DE CONCRETO ARMADO SIN CONSIDERAR INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA	**INSTRUMENTOS** - EMS - Excel - Etabs 20 - Autocad **MÉTODO** - Descriptiva - Explicativa - Experimental
PROBLEMAS ESPECÍFICOS:	**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**	**HIPOTESIS ESPECÍFICAS:**	**VARIABLE INDEPENDIENTE**	**POBLACIÓN** - El suelo homogeneo de la Urb. Alamos del distrito de
a) ¿Cuál es el análisis y diseño estructural de edificios de concreto armado? **b)** ¿Cuáles son los coeficientes de rigidez del suelo de fundacion para la interaccion suelo-estructura.? **c)** ¿De que manera Influirá la Interacción Suelo-Estructura en el análisis y diseño estructural de edificios de concreto armado?.	**a)** Obtener el análisis y diseño estructural de un edificio de concreto armado. **b)** Obtener los coeficientes de rigidez del suelo de fundacion para la interacción suelo - estructura. **c)** Obtener la influencia de la interacción suelo-estructura en el análisis y diseño estructural de un edificio de concreto armado.	**c1)** La ISE genera que los desplazamientos (derivas) se incrementan y son sustanciales para generar cambios en las secciones de los elementos estructurales. **c2)** La ISE genera una reduccion en la Cortante Basal, asi como un incremento en la demanda de acero en los elementos estructurales de edificios de concreto armado, Urb. Álamos, Wanchaq, Cusco.	Y1 = EDIFICACION DE CONCRETO ARMADO CONSIDERANDO LA INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA	**MUESTRA** - Edficio de concreto armado de 6 niveles, muestreo por conveniencia

A2. CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE RIGIDEZ.

Datos: **Se obtienen del modelamiento estructural en el software Etabs.**

Peso sismico (tonf)
440.97

CM	CV	
422.68	73.15	tnf

Se obtienen de los Planos de la edificacion existente

Zapata	Veces	Largo (L) metros	Ancho (b) metros	Area m2	Parcial Area m2	
Z-1 Centrales	2	1.90	1.90	3.61	7.22	
Z-2 Laterales A	2	1.75	1.15	2.01	4.03	
Z-3 Laterales B	4	2.20	1.45	3.19	12.76	
Z-4 Esquinas A	2	1.25	1.25	1.56	3.13	
Z-5 Esquinas B	2	1.50	1.50	2.25	4.50	
			Total Area	12.63	31.63	m2

ZAPATA Z-1

1.0 MODELO DE BARKAN EJE X-X

*** Calculo de la Magnitud de la presion estatica del suelo p para la zapata Z-01**

Peso de edificacion = 440.97 Tn

Area total de zapatas = 31.63 m2

p = 1.39 kg/cm2

*** Con la formula 2.7, calculamos Do:**

Do = Co*(1-u)/(1-0.5*u)

donde u = 0.3 coef. Poisson del suelo (EMS)

Co = 2 Tabla 2.1 (suelo intermedio - Arcilla)

Do = 1.647 kg/cm3

*** Calculamos los coeficientes de compresion elastica uniforme y no uniforme, por la formula 2.6:**

Cz = Co*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

Cx = Do*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

CΨ = Co*(1+2*(a+3b)/(Δ*A))*√(p/po)

donde a = 1.9 m

b = 1.9 m

A = 3.61 m2

Δ = 1 m^-1

po = 0.2 kg/cm

Ix = 1.09 m4

Cz = 16.40 kg/cm3
16397.15 Tn/m3

Cx = 13.50 kg/cm3
13503.53 Tn/m3

CΨ = 27.51 kg/cm3
27513.86 Tn/m3

* Con la formula 2.4 determinamos los coeficientes de rigidez:

Kz =Cz*A	**59193.71**	Tn/m
Kx = Cx*A	**48747.76**	Tn/m
KΨ = CΨ*I	**29880.28**	Tn/m

ZAPATA Z-1

1.0 MODELO DE BARKAN EJE Y-Y

* **Calculo de la Magnitud de la presion estatica del suelo p para la zapata Z-01**

Peso de edificacion = 440.97 Tn

Area total de zapatas = 31.63 m2

p = 1.39 kg/cm2

* **Con la formula 2.7, calculamos Do:**

Do = Co*(1-u)/(1-0.5*u) donde u = **0.3** coef. Poisson del suelo (EMS)

Co = **2** Tabla 2.1 (suelo intermedio)

Do = 1.65 kg/cm3

* **Calculamos los coeficientes de compresion elastica uniforme y no uniforme, por la formula 2.6:**

Cz =
Co*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

Cx =
Do*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

CΨ =
Co*(1+2*(a+3b)/(Δ*A))*√(p/po)

donde a = 1.9 m
b = 1.9 m

A = 3.61 m2
Δ = 1 m^-1

po = 0.2 kg/cm

Ix = 1.09 m4

Cz = 16.40 kg/cm3
16397.15 Tn/m3

Cx = 13.50 kg/cm3
13503.53 Tn/m3

CΨ = 27.51 kg/cm3
27513.86 Tn/m3

* Con la formula 2.4 determinamos los coeficientes de rigidez:

Kz =Cz*A	**59193.71**	Tn/m
Kx = Cx*A	**48747.76**	Tn/m
KΨ = CΨ*I	**29880.28**	Tn/m

ZAPATA Z-2

1.0 MODELO DE BARKAN EJE X-X

* **Calculo de la Magnitud de la presion estatica del suelo p para la zapata Z-01**

Peso de edificacion = 440.97 Tn
Area total de zapatas = 31.63 m2

p = 1.39 kg/cm2

* **Con la formula 2.7, calculamos Do:**

Do = Co*(1-u)/(1-0.5*u) donde u = **0.3** coef. Poisson del suelo (EMS)
Co = **2** Tabla 2.1 (suelo intermedio)

Do = 1.65 kg/cm3

* **Calculamos los coeficientes de compresion elastica uniforme y no uniforme, por la formula 2.6:**

Cz =
Co*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

Cx =
Do*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

CΨ =
Co*(1+2*(a+3b)/(Δ*A))*√(p/po)

donde a = 1.75 m
b = 1.15 m

A = 2.01 m2
Δ = 1 m^-1
po = 0.2 kg/cm

Ix = 0.22 m4

Cz = 20.50 kg/cm3
20498.59 Tn/m3

Cx = 16.88 kg/cm3
16881.19 Tn/m3

CΨ = 32.57 kg/cm3
32568.17 Tn/m3

* Con la formula 2.4 determinamos los coeficientes de rigidez:

Kz =Cz*A	**41253.42**	Tn/m
Kx = Cx*A	**33973.40**	Tn/m
KΨ = CΨ*I	**7223.43**	Tn/m

ZAPATA Z-2

1.0 MODELO DE BARKAN EJE Y-Y

* **Calculo de la Magnitud de la presion estatica del suelo p para la zapata Z-01**

Peso de edificacion = 440.97 Tn

Area total de zapatas = 31.63 m2

p = 1.39 kg/cm2

* **Con la formula 2.7, calculamos Do:**

Do = Co*(1-u)/(1-0.5*u) donde u = **0.3** coef. Poisson del suelo (EMS)

Co = **2** Tabla 2.1 (suelo intermedio)

Do = 1.65 kg/cm3

* **Calculamos los coeficientes de compresion elastica uniforme y no uniforme, por la formula 2.6:**

Cz =
Co*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

Cx =
Do*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

CΨ =
Co*(1+2*(a+3b)/(Δ*A))*√(p/po)

donde a = 1.15 m
b = 1.75 m

A = 2.01 m2
Δ = 1 m^-1

po = 0.2 kg/cm

Ix = 0.51 m4

Cz = 20.50 kg/cm3

	20498.59	Tn/m3
Cx =	16.88	kg/cm3
	16881.19	Tn/m3
CΨ =	38.87	kg/cm3
	38865.33	Tn/m3

* Con la formula 2.4 determinamos los coeficientes de rigidez:

Kz =Cz*A	**41253.42**	Tn/m
Kx = Cx*A	**33973.40**	Tn/m
KΨ = CΨ*I	**19961.50**	Tn/m

ZAPATA Z-3

1.0 MODELO DE BARKAN EJE X-X

* **Calculo de la Magnitud de la presion estatica del suelo p para la zapata Z-01**

Peso de edificacion =	440.97	Tn
Area total de zapatas =	31.63	m2

p = 1.39 kg/cm2

* **Con la formula 2.7, calculamos Do:**

Do = Co*(1-u)/(1-0.5*u)

donde u = **0.3** coef. Poisson del suelo (EMS)

Co = **2** Tabla 2.1 (suelo intermedio)

Do = 1.65 kg/cm3

* **Calculamos los coeficientes de compresion elastica uniforme y no uniforme, por la formula 2.6:**

Cz = Co*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

Cx = Do*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

CΨ = Co*(1+2*(a+3b)/(Δ*A))*√(p/po)

donde

a =	2.2	m
b =	1.45	m
A =	3.19	m2
Δ =	1	m^-1
po =	0.2	kg/cm
Ix =	0.56	m4

Cz =	17.36	kg/cm3
	17364.20	Tn/m3
Cx =	14.30	kg/cm3

14299.93 Tn/m3

CΨ = 26.96 kg/cm3
26964.99 Tn/m3

* Con la formula 2.4 determinamos los coeficientes de rigidez:

Kz =Cz*A	**55391.79**	Tn/m
Kx = Cx*A	**45616.77**	Tn/m
KΨ = CΨ*I	**15071.13**	Tn/m

ZAPATA Z-3

1.0 MODELO DE BARKAN EJE Y-Y

* **Calculo de la Magnitud de la presion estatica del suelo p para la zapata Z-01**

Peso de edificacion = 440.97 Tn
Area total de zapatas = 31.63 m2

p = 1.39 kg/cm2

* **Con la formula 2.7, calculamos Do:**

Do = Co*(1-u)/(1-0.5*u)

donde u = **0.3** coef. Poisson del suelo (EMS)
Co = **2** Tabla 2.1 (suelo intermedio)

Do = 1.65 kg/cm3

* **Calculamos los coeficientes de compresion elastica uniforme y no uniforme, por la formula 2.6:**

Cz = Co*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

Cx = Do*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

CΨ = Co*(1+2*(a+3b)/(Δ*A))*√(p/po)

donde a = 1.45 m
b = 2.2 m

A = 3.19 m2
Δ = 1 m^-1

po = 0.2 kg/cm

Ix = 1.29 m4

Cz = 17.36 kg/cm3
17364.20 Tn/m3

Cx = 14.30 kg/cm3
14299.93 Tn/m3

CΨ = 31.93 kg/cm3
31930.92 Tn/m3

* Con la formula 2.4 determinamos los coeficientes de rigidez:

Kz =Cz*A	**55391.79**	Tn/m
Kx = Cx*A	**45616.77**	Tn/m
KΨ = CΨ*I	**41083.39**	Tn/m

ZAPATA Z-4

1.0 MODELO DE BARKAN EJE X-X

* **Calculo de la Magnitud de la presion estatica del suelo p para la zapata Z-01**

Peso de edificacion = 440.97 Tn

Area total de zapatas = 31.63 m2

p = 1.39 kg/cm2

* **Con la formula 2.7, calculamos Do:**

Do = Co*(1-u)/(1-0.5*u)

donde u = **0.3** coef. Poisson del suelo (EMS)

Co = **2** Tabla 2.1 (suelo intermedio)

Do = 1.65 kg/cm3

* **Calculamos los coeficientes de compresion elastica uniforme y no uniforme, por la formula 2.6:**

Cz = Co*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

Cx = Do*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

CΨ = Co*(1+2*(a+3b)/(Δ*A))*√(p/po)

donde a = 1.25 m
b = 1.25 m

A = 1.56 m2
Δ = 1 m^-1

po = 0.2 kg/cm

Ix = 0.20 m4

Cz = 22.18 kg/cm3
22177.84 Tn/m3

Cx = 18.26 kg/cm3
18264.10 Tn/m3

CΨ = 39.08 kg/cm3
39075.24 Tn/m3

* Con la formula 2.4 determinamos los coeficientes de rigidez:

Kz =Cz*A	**34652.87**	Tn/m
Kx = Cx*A	**28537.66**	Tn/m
KΨ = CΨ*I	**7949.88**	Tn/m

ZAPATA Z-4

1.0 MODELO DE BARKAN EJE Y-Y

* **Calculo de la Magnitud de la presion estatica del suelo p para la zapata Z-01**

Peso de edificacion = 440.97 Tn

Area total de zapatas = 31.63 m2

p = 1.39 kg/cm2

* **Con la formula 2.7, calculamos Do:**

Do = Co*(1-u)/(1-0.5*u)

donde u = **0.3** coef. Poisson del suelo (EMS)
Co = **2** Tabla 2.1 (suelo intermedio)

Do = 1.65 kg/cm3

* **Calculamos los coeficientes de compresion elastica uniforme y no uniforme, por la formula 2.6:**

Cz = Co*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

Cx = Do*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

CΨ = Co*(1+2*(a+3b)/(Δ*A))*√(p/po)

donde a = 1.25 m
b = 1.25 m
A = 1.56 m2
Δ = 1 m^-1

po = 0.2 kg/cm

Ix = 0.20 m4

Cz = 22.18 kg/cm3
22177.84 Tn/m3

Cx = 18.26 kg/cm3
18264.10 Tn/m3

CΨ = 39.08 kg/cm3
39075.24 Tn/m3

* Con la formula 2.4 determinamos los coeficientes de rigidez:

Kz =Cz*A	**34652.87**	Tn/m
Kx = Cx*A	**28537.66**	Tn/m
KΨ = CΨ*I	**7949.88**	Tn/m

ZAPATA Z-5

1.0 MODELO DE BARKAN EJE X-X

*** Calculo de la Magnitud de la presion estatica del suelo p para la zapata Z-01**

Peso de edificacion =	440.97	Tn
Area total de zapatas =	31.63	m2

p = 1.39 kg/cm2

*** Con la formula 2.7, calculamos Do:**

Do = Co*(1-u)/(1-0.5*u)

donde u = **0.3** coef. Poisson del suelo (EMS)

Co = **2** Tabla 2.1 (suelo intermedio)

Do = 1.65 kg/cm3

*** Calculamos los coeficientes de compresion elastica uniforme y no uniforme, por la formula 2.6:**

Cz = Co*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

Cx = Do*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

CΨ = Co*(1+2*(a+3b)/(Δ*A))*√(p/po)

donde

a =	1.50	m
b =	1.5	m
A =	2.25	m2
Δ =	1	m^-1
po =	0.2	kg/cm
Ix =	0.42	m4

Cz = 19.36 kg/cm3
19361.60 Tn/m3

Cx = 15.94 kg/cm3
15944.85 Tn/m3

CΨ = 33.44 kg/cm3
33442.77 Tn/m3

* Con la formula 2.4 determinamos los coeficientes de rigidez:

Kz =Cz*A	**43563.61**	Tn/m
Kx = Cx*A	**35875.92**	Tn/m
KΨ = CΨ*I	**14108.67**	Tn/m

ZAPATA Z-5

1.0 MODELO DE BARKAN EJE Y-Y

* **Calculo de la Magnitud de la presion estatica del suelo p para la zapata Z-01**

Peso de edificacion =	440.97	Tn
Area total de zapatas =	31.63	m2

p = 1.39 kg/cm2

* **Con la formula 2.7, calculamos Do:**

Do = Co*(1-u)/(1-0.5*u)

donde u = **0.3** coef. Poisson del suelo (EMS)

Co = **2** Tabla 2.1 (suelo intermedio)

Do = 1.65 kg/cm3

* **Calculamos los coeficientes de compresion elastica uniforme y no uniforme, por la formula 2.6:**

Cz = Co*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

Cx = Do*(1+2*(a+b)/(Δ*A))*√(p/po)

CΨ = Co*(1+2*(a+3b)/(Δ*A))*√(p/po)

donde

a =	1.5	m
b =	1.5	m
A =	2.25	m2
Δ =	1	m^-1
po =	0.2	kg/cm
Ix =	0.42	m4

Cz = 19.36 kg/cm3
19361.60 Tn/m3

Cx = 15.94 kg/cm3
15944.85 Tn/m3

CΨ = 33.44 kg/cm3
33442.77 Tn/m3

* Con la formula 2.4 determinamos los coeficientes de rigidez:

Kz =Cz*A	**43563.61**	Tn/m
Kx = Cx*A	**35875.92**	Tn/m
KΨ = CΨ*I	**14108.67**	Tn/m

CUADRO RESUMEN

1.0 MODELO DE BARKAN

Zapata Z-1 Centrales

Modelo Dinamico	Kx	Ky	Kz	KΨx	KΨy	Kγ	Tn/m
BARKAN	48747.76	48747.76	59193.71	29880.28	29880.28	0.00	

Zapata Z-2 Laterales A eje XX

Modelo Dinamico	Kx	Ky	Kz	KΨx	KΨy	Kγ	Tn/m
BARKAN	33973.40	33973.40	41253.42	7223.43	19961.50	0.00	

Zapata Z-3 Laterales B eje XX

Modelo Dinamico	Kx	Ky	Kz	KΨx	KΨy	Kγ	Tn/m
BARKAN	45616.77	45616.77	55391.79	15071.13	41083.39	0.00	

Zapata Z-4 Esquinas A eje XX

Modelo Dinamico	Kx	Ky	Kz	KΨx	KΨy	Kγ	Tn/m
BARKAN	28537.66	28537.66	34652.87	7949.88	7949.88	0.00	

Zapata Z-5 Esquinas B eje XX

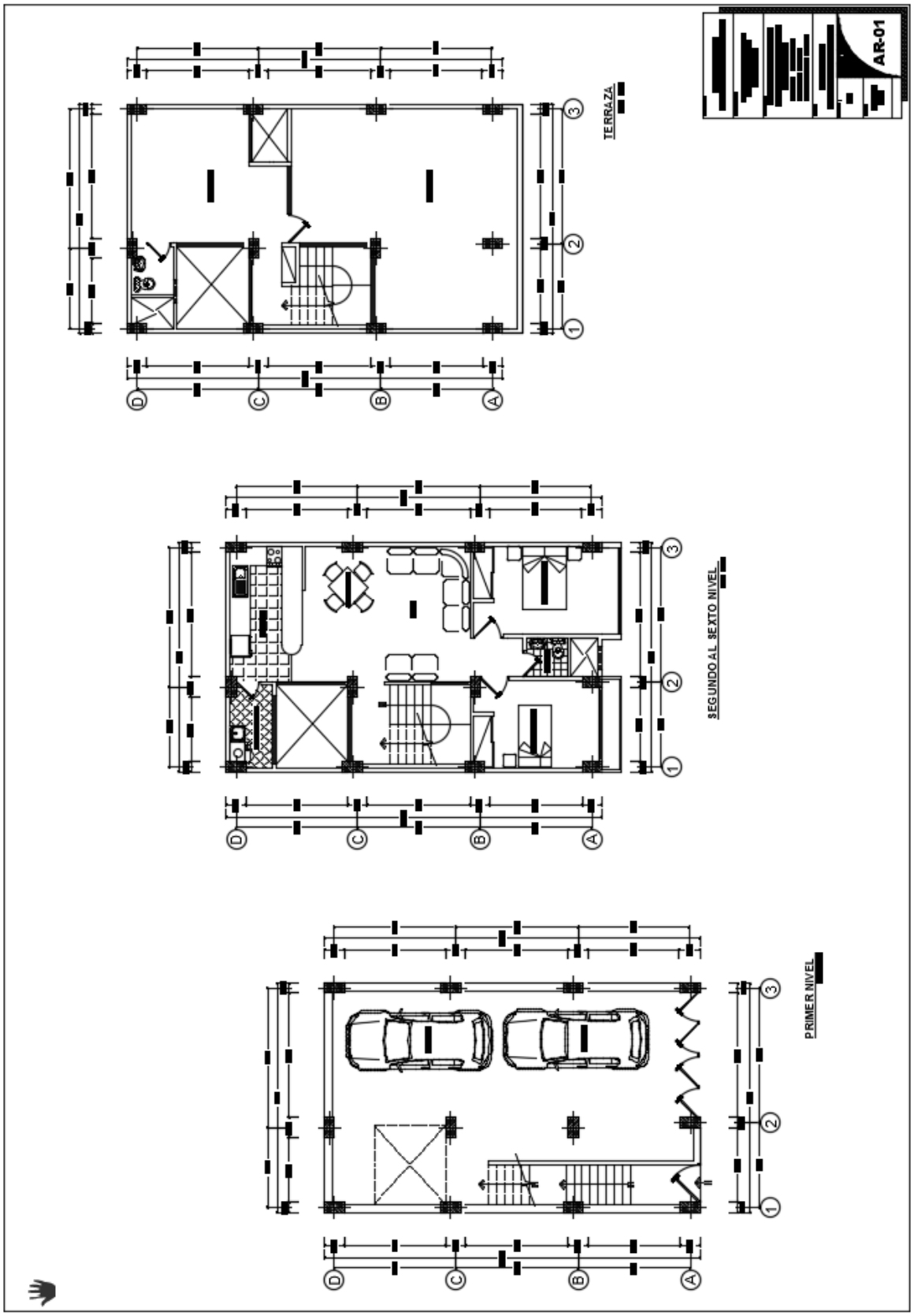
Modelo Dinamico	Kx	Ky	Kz	KΨx	KΨy	Kγ	Tn/m
BARKAN	35875.92	35875.92	43563.61	14108.67	14108.67	0.00	

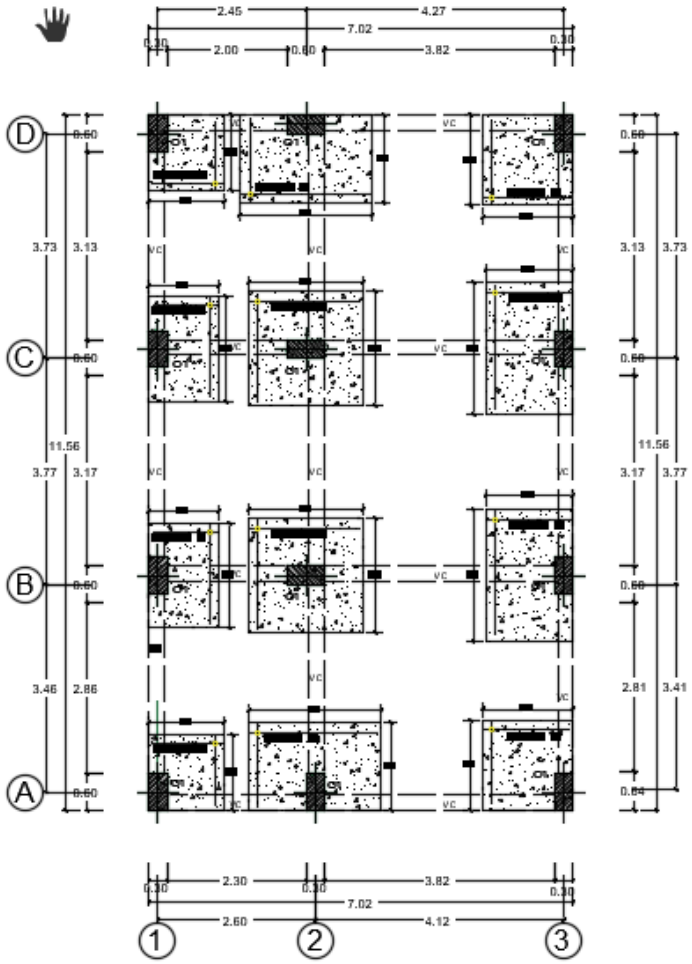
DATOS PARA ETABS

RESUMEN MODELO DE BARKAN

ZAPATA		Kx = Cx*A	Ky = Cy*A	Kz = Cz*A	KΨx = CΨ*Ix	KΨy = CΨ*Iy	KΨz = CΨ*Iz
Z-1 Centrales	1.9x1.9	48747.76	48747.76	59193.71	29880.28	29880.28	0.00
Z-2 Laterales A	1.75x1.15	33973.40	33973.40	41253.42	7223.43	19961.50	0.00
Z-3 Laterales B	2.2x1.45	45616.77	45616.77	55391.79	15071.13	41083.39	0.00
Z-4 Esquinas A	1.25x1.25	28537.66	28537.66	34652.87	7949.88	7949.88	0.00
Z-5 Esquinas B	1.5x1.5	35875.92	35875.92	43563.61	14108.67	14108.67	0.00

A3. PLANOS.





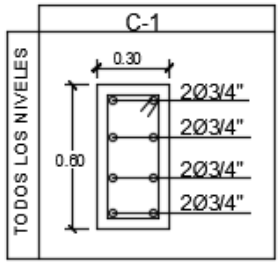
CIMENTACIONES

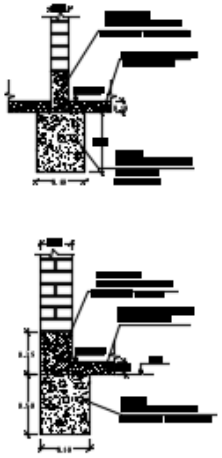
ESC. 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL CONCRETO
1.- Resistencia : f'c= 210 kg/cm2
2.- Peso especifico : Yc= 2400kg/m3
3.- Módulo de elasticidad : E= 15000 $\sqrt{210}$ kg/cm2
4.- Poisson : u=0.20

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ACERO (Grado 60)
1.- Resistencia de Fluencia : f'y= 4200 kg/cm2
2.- Módulo de elasticidad : E= 2000000 kg/cm2

DATOS GEOTECNICOS SEGUN EMS
1. qc = 5.78 kg/cm2
2. Fs : 2.5
3. Qadm = 2.30 kg/cm2
4. Desplante Recomendado DF : - 2.80
5. Ys = 1.56 tn/m3
6. Suelos Intermedios - arcilla
7. No existe presencia de nivel freático

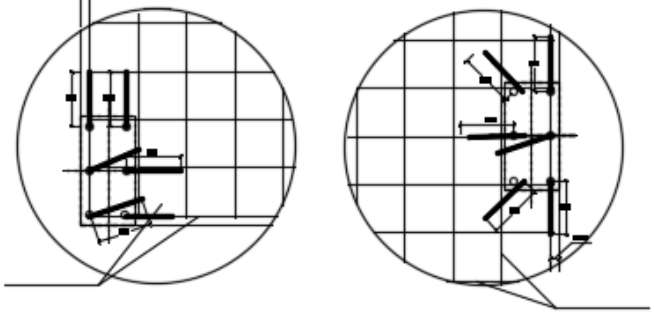




SOBRECIMIENTOS

ESC. 1/25

DETALLE ARMADO DE ZAPATAS



VIVIENDA MULTIFAMILIAR

SRA. CARMEN RUTH BAOA ESPEJO

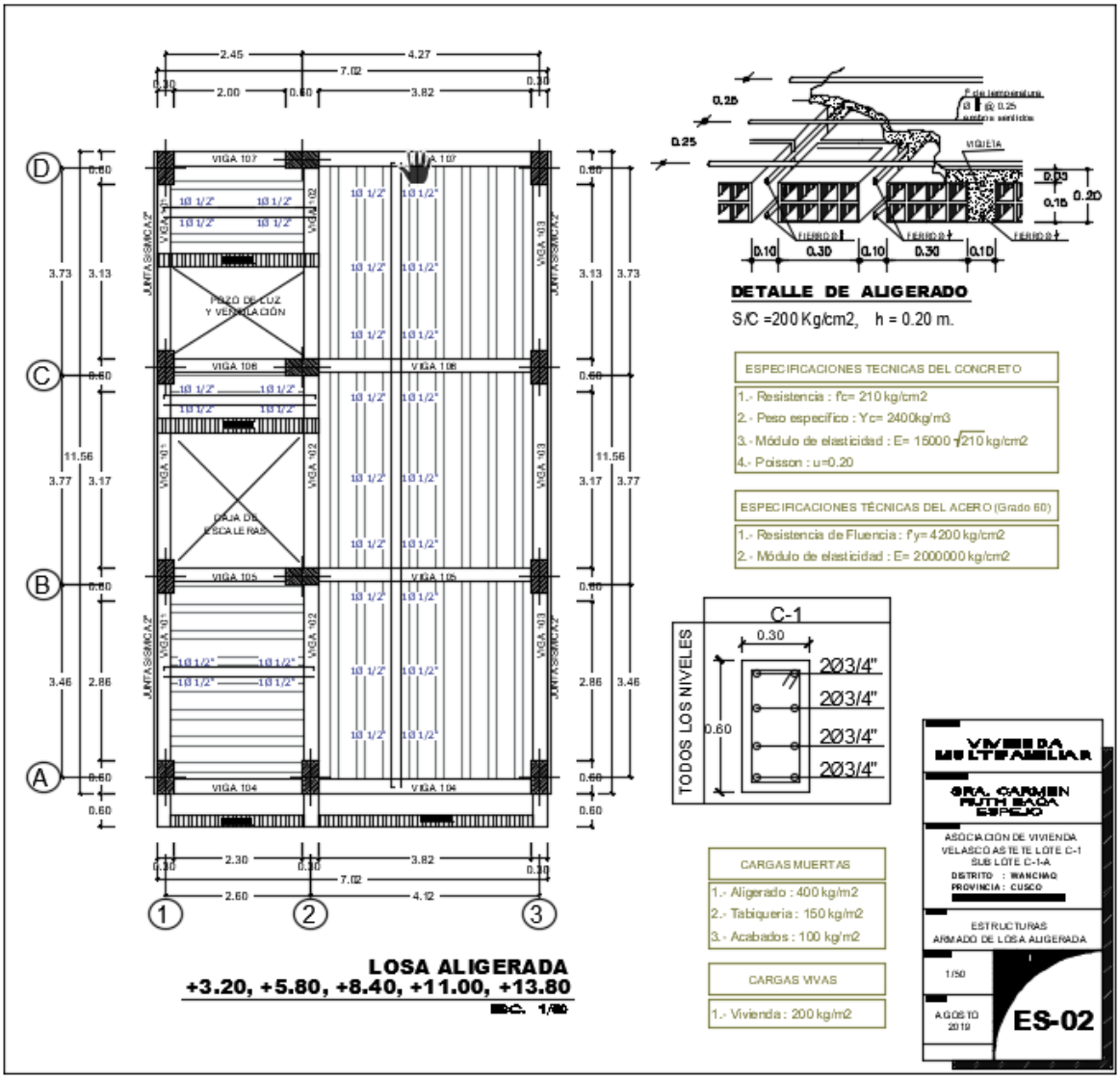
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA VELASCO ASTETE LOTE C-1 SUB LOTE C-1-A
DISTRITO : WANCHAQ
PROVINCIA : CUSCO
DEPARTAMENTO : CUSCO

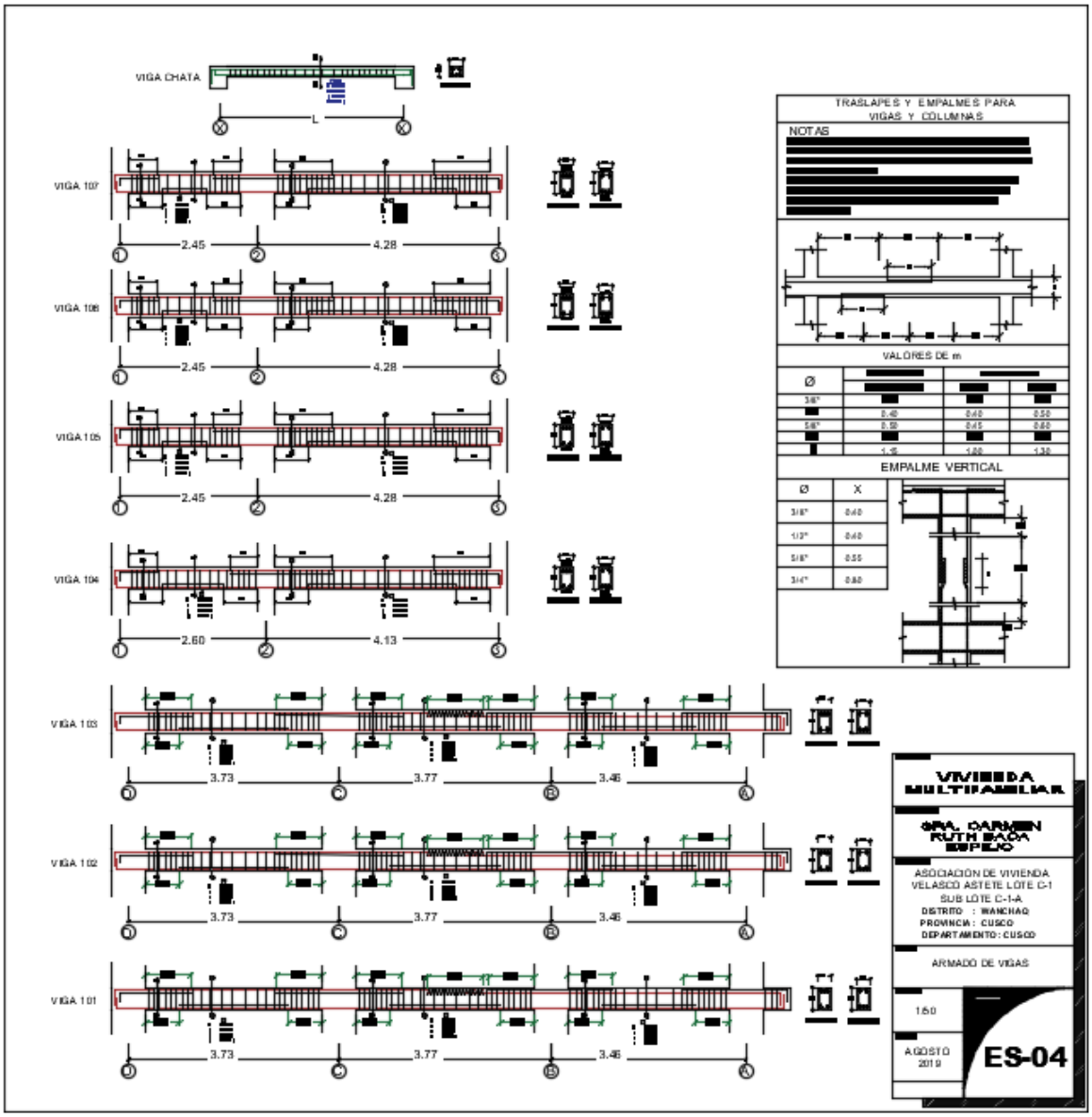
ESTRUCTURAS CIMENTACIONES

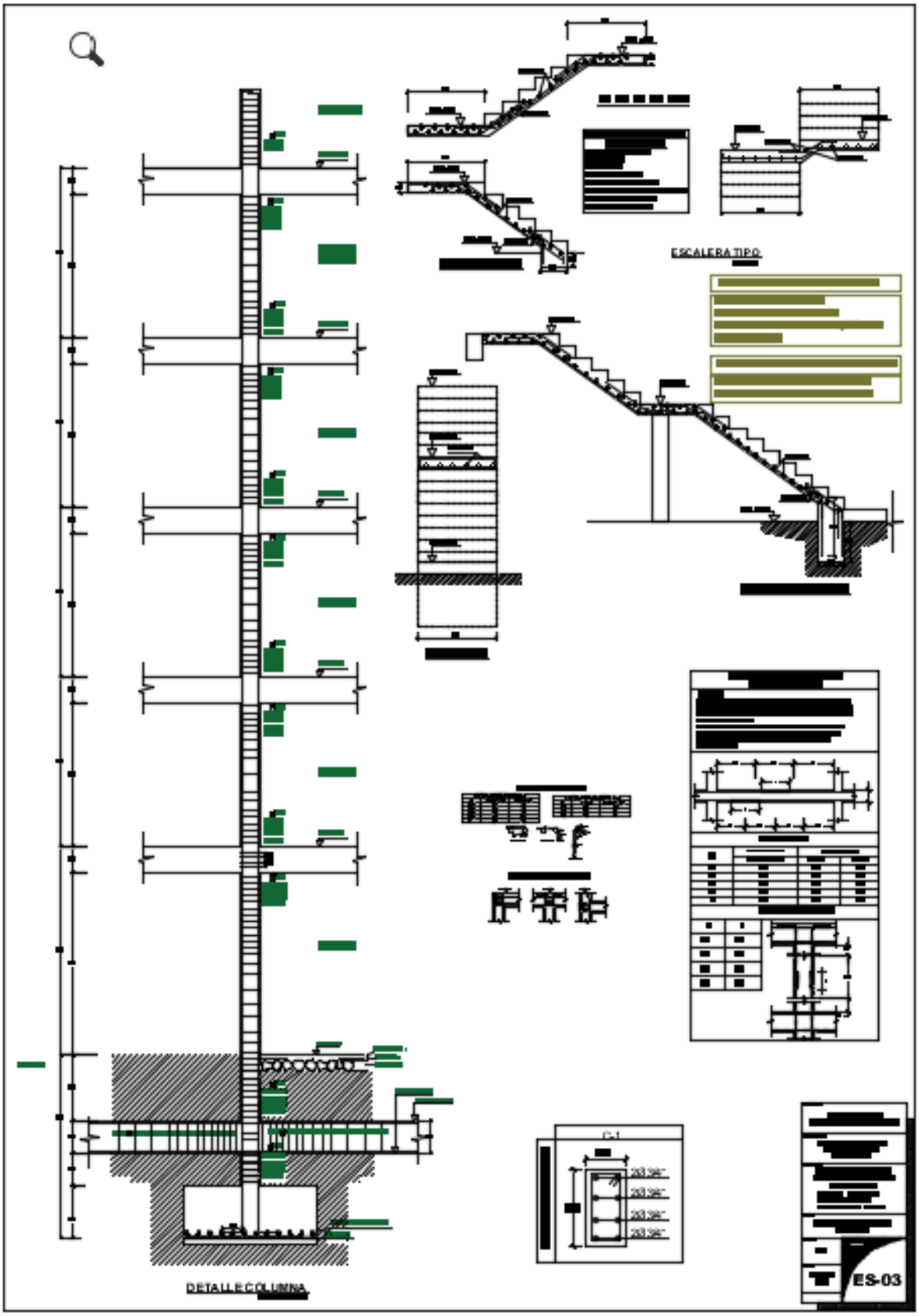
1/50

AGOSTO 2019

ES-01


LOSA ALIGERADA
+3.20, +5.80, +8.40, +11.00, +13.80
DETALLE DE ALIGERADO
S/C =200 Kg/cm2, h = 0.20 m.
ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL CONCRETO
1.- Resistencia : f'c= 210 kg/cm2
2.- Peso específico : Yc= 2400kg/m3
3.- Módulo de elasticidad : E= 15000 √210 kg/cm2
4.- Poisson : u=0.20
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ACERO (Grado 60)
1.- Resistencia de Fluencia : f'y= 4200 kg/cm2
2.- Módulo de elasticidad : E= 2000000 kg/cm2
C-1
TODOS LOS NIVELES
2Ø3/4"
2Ø3/4"
2Ø3/4"
2Ø3/4"
CARGAS MUERTAS
1.- Aligerado : 400 kg/m2
2.- Tabiqueria : 150 kg/m2
3.- Acabados : 100 kg/m2
CARGAS VIVAS
1.- Vivienda : 200 kg/m2
VIVIENDA MULTIFAMILIAR
SRA. CARMEN RUTH SAGA ESPEJO
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA VELASCO ASTETE LOTE C-1 SUB LOTE C-1-A
DISTRITO : WANCHAQ
PROVINCIA : CUSCO
ESTRUCTURAS
ARMADO DE LOSA ALIGERADA
1/50
AGOSTO 2019
ES-02


VIGA CHATA
L
VIGA 107
2.45
4.28
VIGA 106
2.45
4.28
VIGA 105
2.45
4.28
VIGA 104
2.60
4.13
VIGA 103
3.73
3.77
3.46
VIGA 102
3.73
3.77
3.46
VIGA 101
3.73
3.77
3.46
TRASLAPES Y EMPALMES PARA VIGAS Y COLUMNAS
NOTAS
VALORES DE m
EMPALME VERTICAL
VIVIENDA MULTIFAMILIAR
GRAL. DARMEN RUTH SAOA ESPEJO
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA VELASCO ASTETE LOTE C-1 SUB LOTE C-1-A
DISTRITO : WANCHAQ
PROVINCIA : CUSCO
DEPARTAMENTO : CUSCO
ARMADO DE VIGAS
1:50
AGOSTO 2019
ES-04


ESCALERA TIPO
DETALLE COLUMNA
C-1
ES-03